

PROGRAMA DE DOCTORADO MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN BIODIVERSIDAD Y BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN
UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE



Estado ecológico de los ríos y ciclos larvarios de odonatos en la cuenca alta del río Águeda, oeste de España

Tesis

Tatiana Amelia Velasco Villanueva

Directores

Francisco Campos Sánchez-Bordona

Manuel Ferreras Romero

Sevilla. 2018

PROGRAMA DE DOCTORADO MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN BIODIVERSIDAD Y BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN
UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE



Estado ecológico de los ríos y ciclos larvarios de odonatos en la cuenca alta del río Águeda, oeste de España

Tesis

Tatiana Amelia Velasco Villanueva

Directores

Francisco Campos Sánchez-Bordona

Manuel Ferreras Romero

Sevilla, 2018

-Si quieres construir un barco, no empieces por buscar madera, cortar
tablas o distribuir el trabajo. Evoca primero en los hombres y mujeres
el anhelo del mar libre y ancho-

Antoine de Saint-Exupéry

Resumen

La cuenca alta del río Águeda tiene una amplia superficie protegida, de un elevado valor ambiental. Esto se debe no sólo a la presencia de especies catalogadas por la UICN en peligro de extinción, sino también a la elevada diversidad de hábitats relativamente bien conservados. Hasta ahora poco se sabía acerca de la dinámica poblacional de las especies de odonatos que albergan los ríos de esta cuenca, y menos aún sobre su etapa larvaria en esta parte del oeste peninsular.

Para llevar a cabo esta investigación, desde el mes de marzo de 2012 hasta febrero de 2014 fueron realizados muestreos sistemáticos mensuales en los ríos Agadón y Frío, y una vez por estación del año en otros cinco cursos fluviales.

Los índices biológicos aplicados utilizando los macroinvertebrados bentónicos y los odonatos como organismos bioindicadores, muestra el buen estado de conservación de los ecosistemas fluviales estudiados. La comunidad de odonatos estuvo principalmente representada por seis especies (tres anisópteros y tres zigópteros) características de tramos altos, bien oxigenados. Las especies más abundantes fueron *Boyeria irene* y *Onychogomphus uncatatus*. El ésnido mostró un desarrollo larvario de dos y tres años, aunque el componente partivoltino fue el predominante, y el gónfido lo completó en tres y cuatro años (partivoltinismo). Con respecto al estudio sobre los ciclos biológicos de estas dos especies realizado en Sierra Morena, sur de España, las poblaciones que aquí nos ocupan parecen tener un desarrollo más lento, influenciado por la diferencia térmica del agua.

Agradecimientos

A mi madre y mis hermanas Delia y Julia, que habéis sido mi mástil, mi vela y mi rumbo. A tí, Fari, mi empuje de viento de popa; a Oz, Panchito y leonas, mis aves de barco. A Casiopea, la veleta que indica mi norte. Y a mi guías a puerto seguro luceros del alba.

A cuantas personas han compartido travesía conmigo: capitanes que han subido a mi barco y compartido bandera (María Ángeles Rojo, María Pérez, Elena Martínez y Ana Amer), piratas de parche y pata de palo, siempre aventureros de sonrisas amables (Gabriel Izquierdo, Roberto Martínez- A. y Pedro Manuel Díaz.), grandes y viejos lobos de mar (Ulf Norling) y timoneles de ojos vivaces, con anhelos y sueños grandes (Germán Sáenz, Joaquín Márquez, Nando Iglesias y Javi Antolín).

Por últimos, a mis navieros, Dr. Manuel Ferreras Romero y Dr. Francisco Campos Sánchez-Bordona, que me ayudaron a construir mi barco y evocaron mi “anhelo de mar libre y ancho” (Antoine de Saint-Exupéry)

Y como hija de capitán... al mar... mi inspiración

Índice

Resumen.....	I
Agradecimientos.....	III
Índice.....	V
Índice de figuras.....	IX
Índice de tablas.....	XVII
Introducción.....	1
1. Introducción.....	3
1.1. Área de estudio.....	8
1.1.1. Superficie y localización.....	8
1.1.2. Geología y relieve.....	9
1.1.3. Clima.....	10
1.1.4. Hidrografía.....	11
1.1.5. Vegetación.....	13
1.1.6. Fauna.....	14
1.1.7. Usos del suelo.....	14
1.1.8. Espacios naturales protegidos y Red Natura 2000.....	16
Hipótesis inicial y objetivos.....	17
Material y Métodos.....	21

3. Material y Métodos.....	23
3.1. Selección de las estaciones de muestreo.....	23
3.2. Características físicas y parámetros físico-químicos de los ríos estudiados.....	30
3.3. Muestras biológicas: recolección e identificación.....	31
3.4. Cálculo de índices biológicos de calidad de agua.....	32
3.5. Análisis biométrico de las larvas de los odonatos <i>Boyeria irene</i> y <i>Onychogomphus uncatus</i>	36
Resultados.....	39
4. Resultados	41
4.1. Características físicas de los ríos y de sus aguas.....	41
4.2. Macroinvertebrados bentónicos.....	44
4.2.1. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados que los habitan (nivel taxonómico de Familia).....	45
4.2.2. Índices bióticos, valores que obtienen los cursos al aplicar índices bióticos (EPT, OCH, IBMWP, IMM-L).....	69
4.3. Odonatos y su significado como indicadores de la calidad global de los ecosistemas acuáticos continentales.....	76
4.3.1. La comunidad de Odonatos (nivel especies).....	77
4.3.2. Valoración de la calidad del agua de los ríos estudiados con el índice <i>Iberian Stream Odonatological Index</i> (ISOI).....	89

4.4. El ciclo vital de <i>Boyeria irene</i>	91
4.5. El ciclo vital de <i>Onychogomphus uncatus</i>	99
Discusión.....	109
5. Discusión.....	111
Conclusiones.....	127
6. Conclusiones.....	133
Bibliografía.....	135
7. Bibliografía.....	133
Anexos.....	153

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de la cuenca alta del río Águeda, y su ubicación en la cuenca del río del Duero (a) y del río Águeda (b). En rojo, la ubicación de los siete puntos de muestreo: 1, río Agadón; 2, río Frío; 3, río Águeda; 4, río Payo; 5, río Perosín; 6; río Rubioso; 7, río Vegas (Fuente: T. Velasco-Villanueva).....	8
Figura 2. Mapa geológico y de hipsometría de la cuenca del río Águeda. (Fuente: cartografía del Proyecto ÁGUEDA).....	10
Figura 3. Mapa de temperatura media anual (°C) y de precipitaciones medias (mm/año) de la cuenca del Águeda y área de estudio (Fuente: cartografía del Proyecto ÁGUEDA).....	11
Figura 4. Mapa de indicios mineros en la cuenca del alto Águeda (Fuente: cartografía del Proyecto ÁGUEDA).....	15
Figura 5. Localidad 1: río Agadón en el municipio de Serradilla del Llano (Foto: T. Velasco Villanueva).....	25
Figura 6. Localidad 2: río Frío en el municipio de Villasrubias (Foto: T. Velasco Villanueva).....	25
Figura 7. Localidad 3: río Águeda en el municipio de El Payo (Foto: T. Velasco Villanueva).....	26
Figura 8. Localidad 4: río Payo en el término municipal de El Payo (Foto: T. Velasco Villanueva).....	27
Figura 9. Localidad 5: arroyo Perosín en Peñaparda (Foto: T. Velasco Villanueva).....	28
Figura 10. Localidad 6: río Rubioso en el término municipal de Navasfrías (Foto: F T. Velasco Villanueva).....	29
Figura 11. Localidad 7: río Vegas en el municipio de Vegas de Domingo Rey (Foto: T. Velasco Villanueva).....	29

Figura 12. Registros mensuales de la temperatura del agua (°C) en el río Frío y Agadón, desde marzo de 2012 hasta febrero de 2014 (Fuente: T. Velasco Villanueva).....	44
Figura 13. Representación de los porcentajes totales y mensuales de los ejemplares por grupo taxonómico recolectados desde marzo de 2012 a febrero de 2014 en la localidad 1 (imagen superior e inferior izquierda) y localidad 2 (imagen superior e inferior derecha).....	47
Figura 14. Representación del porcentaje de los ejemplares por grupo taxonómico de la poblaciones totales de invertebrados bentónicos presentes en las cinco localidades estudiadas durante el otoño de 2012 y primavera de 2013 (A: localidad 3; B: localidad 4; C: localidad 5; D: localidad 6; E: localidad 7).....	48
Figura 15. Representación mensual del porcentaje de familias (%) de cada Orden en la comunidad de invertebrados bentónicos de las localidades 1 (histograma superior) y 2 (histograma inferior).....	50
Figura 16. Familia Planariidae (género <i>Polycelis</i>) con su característica hilera de ocelos dispuesta en el margen anterior del cuerpo (a y b) y Familia Dugesidae (género <i>Dugesia</i>) con dos ocelos, recolectadas en junio y agosto de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	51
Figura 17. Detalle de los extremos puntiagudos del cuerpo vermiforme de un ejemplar del Phylum Nematelminthes no segmentado recolectado en agosto de 2012 en el río Agadón (a) en contraposición del cuerpo segmentado y con quetas poco numerosas de los oligoquetos recogidos en el río Frío en la misma fecha, e imagen del cuerpo contráctil con ausencia de sedas de un ejemplar de la Familia Erpobdellidae (Clase Hirudinea) (c) recolectado en el río Frío el 31 de octubre de 2012 (d) y de la parte ventral de un ejemplar de la Familia Glosiphoniidae (Fotos: T. Velasco-Villanueva).....	52
Figura 18. Moluscos gasterópodos pulmonados de la especie <i>Ancylus fluviatis</i> recolectados en junio de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	54

Figura 19. Copépodo (a) y cladócero (b) (Subphylum Crustacea) recolectados en octubre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	55
Figura 20. Ácaros adultos del suborden Oribatida (a) y Orden Trombidoforme (b) recolectados el 7 de agosto de 2012 en el río Frío, y ejemplar de larva de ácaro parasitando un adulto de <i>Ischnura graellsii</i> (Orden Odonata) en la parte ventral del tórax recolectado en el río Perosín el 3 de septiembre de 2012 (c) y la branquia lateral abdominal de una larva de la Familia Limnephiliade (Orden Trichoptera) (d) recolectado durante un sondeo en el río Águeda en un tramo de orden 1 m (Fotos: T. Velasco-Villanueva).....	56
Figura 21. Colémbolos con su respectivas fúrculas capturados en noviembre de 2012 en el río Agadón (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	57
Figura 22. Detalle de los característicos tres cercos abdominales de las efímeras, de la Familia Baetidae (a) y Familia Heptageniidae (b) de los ejemplares recolectados en mayo y julio de 2012 en el río Frío (Fotos: T. Velasco-Villanueva).....	60
Figura 23. Larvas de dos especies reófilas muy abundantes de la cuenca alta del río Águeda (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	61
Figura 24. Detalle de los dos filamentos caudales de las larvas de plecópteros de la Familia Chloroperlidae (c) y Perlidae (d) recolectados en julio de 2012 en el río Agadón (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	60
Figura 25. Ejemplares de la Familia Aphelocheiridae (infraorden Gerromorpha) (a) y Gerridae (infraorden Nepomorpha) (b) recolectados en agosto y septiembre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	61
Figura 26. Ejemplar de la Familia Sialidae (Orden Megaloptera) recolectado en diciembre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	62
Figura 27. Ejemplar de la especie <i>O. fulvicephalus</i> (Orden Neuroptera) recolectado en mayo de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).....	63
Figura 28. Adultos de la Familia Elmidae (a) y adultos de la Familia	

Hydraenidae (b) del Orden Coleoptera recolectados en diciembre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 65

Figura 29. En la parte superior, imágenes de larvas de dípteros de la Familia Athericidae de mayo de 2013 y agosto de 2012 del río Frío (a) y de la Familia Blephariceridae de mayo de 2012 del río Frío (b); en la parte inferior, imagen de larvas y ninfas de la Familia Chironomidae de julio de 2012 del río Frío (c) y pupas de la Familia Simuliidae (d) recolectadas en marzo de 2012 en el río Agadón (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 66

Figura 30. Larva Crambidae (Orden Lepidoptera) recolectada en noviembre de 2012 en el río Frío (Foto: T.Velasco- Villanueva)..... 67

Figura 31. Pupas de tricóptero de la Familia Glossosomatidae recolectadas en diciembre de 2013 en el río Frío (a), y larvas con carcajs o estuches elaborados con restos vegetales (Familia Limnephilidae) (b) y resto minerales (Familia Sericostomatidae) (c) de julio de 2012 y marzo de 2013 del río Frío, y sin carcaj (Familia Hydrosychidae) (d) recogidas en diciembre de 2013 en el mismo río (Fotos: T.Velasco- Villanueva)..... 68

Figura 32. Valores de índices biológicos en los ríos Agadón (rojo) y Frío (azul) en el primer año (izquierda) y segundo año (derecha)..... 74

Figura 33. Larvas de la Familia Calopterygidae de la especie *Calopteryx virgo* (a) y *Calopteryx xanthostoma* (c) recolectadas en diferentes meses en los ríos Agadón y Frío, y forma que tienen las máscaras de la familia (T. Velasco Villanueva)..... 79

Figura 34. Larva de *Platycnemis acutipennis* (a) recolectada en otoño de 2011 en el río Mayas y detalle de la disposición paralela de las sedas del prementum (b) (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 81

Figura 35. Larva de *Pyrhosoma nymphula* (a) recolectada en noviembre de 2012 en el río Frío e imagen de la disposición en “V” de las sedas del

prementum de la máscara (b), en donde el tercer par de sedas está poco desarrollado, visible débilmente la seda de la derecha y únicamente el folículo de la izquierda (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 83

Figura 36. Larva de la especie *Ceriagrion tenellum* (a) recolectada en septiembre en el río Águeda y detalle del par de sedas dispuestas en el prementum (b) (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 83

Figura 37. Larvas de tamaños variables de la especie *Boyeria irene* recogidas en diferentes meses en el río Agadón (a), y exuvia de la misma especie asignada al estado F-3 (b) y F-0 (c) recolectadas en junio de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 84

Figura 38. Detalle de las antenas de las tres especies de larvas de gónfidos: *O. uncatus* (a), *O. forcipatus* (b) y *G. pulchellus* (c) recolectadas en diferentes cursos de agua de la cuenca alta del río Águeda, y distintas imágenes de exuvias de *O. uncatus* recolectadas (d, e y f) (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 86

Figura 39. Vista dorsal de la cabeza de larva de *Cordulegaster boltonii* (a), máscara con el margen distal de los palpos en zig-zag (b) y espinas laterales abdominales de los segmentos 8 y 9 (c), ausentes en la especie *Cordulegaster bidentata* Sélys, 1842, también presente en la península ibérica, aunque la segunda está distribuida exclusivamente en la franja pirenaica. Las imágenes pertenecen a una larva recolectada en septiembre de 2012 en el río Rubioso. La imagen de la derecha (d) a una exuvia recolectada a en junio de 2012 en el río Frío. (Foto: T. Velasco-Villanueva)..... 87

Figura 40. Larva de *Macromia splendens* recolectada en otoño de 2011 en el río Mayas en (Foto: T. Velasco- Villanueva)..... 89

Figura 41. Relación entre el ancho cefálico (mm) y longitud de pteroteca (mm) de las larvas de *Boyeria irene* de todas las localidades. Las líneas discontinuas separan las últimas cinco clases de edad (F-0 a F-4) representadas con diferentes colores..... 92

Figura 42. Diagrama de ejes resumiendo los datos de desarrollo larval de *Boyeria irene*, de marzo de 2012 a febrero de 2014, de todos los sitios combinados. Las rutas probables de desarrollo se muestran sombreadas. Las muestras de fechas cercanas se han fusionado por razones prácticas. Las larvas "limpias" (recién mudadas) se registraron para F-0 a F-2, y están indicadas por áreas blancas circundantes. Los últimos cinco estados, asignados biométricamente, están codificados con diferentes sombreados. Los símbolos redondos, con códigos de estadio, representan el hallazgo de exuvias en el agua, asignados a categorías de estados (F-5 a F-1, y más pequeños), y fueron aproximadamente colocados a la izquierda de la fecha de muestreo y en un ancho cefálico aproximado, con flechas que indican un aumento de tamaño probable en la muda. Cada símbolo para larvas pequeñas (pre-F-5) a veces representa muchas exuvias. Los números de exuvia F-0 recopilados se muestran como histogramas para las fechas de inspección (ancho de columnas 2 días). Las inspecciones en las que no se encontraron exuvias se muestran con "-". Las muestras individuales de 2014 se reflejan en gris [Fuente: Velasco-Villanueva *et al.* (2018)]..... 94

Figura 43. Ancho cefálico ($>0,5$ mm) y longitudes de pterotecas ($>0,4$ mm) de *Onychogomphus uncatatus* del río Agadón y Frío. Se muestran los últimos cinco estados larvales asignados (F-4 a F-0) y parte de las larvas 'smaller'. Las sombras de los estados recuerdan a las de la Figura 44. Las larvas con un ancho cefálico $<1,9$ mm (gris) siempre tienen una longitud de pteroteca $<0,5$ mm, pero esto también se aplica a muchas de las larvas (negras) justo por encima de este tamaño [Fuente: Velasco-Villanueva *et al.* (2018)]..... 100

Figura 44. Diagrama de ejes que resume los datos de desarrollo larvario de *Onychogomphus uncatatus* de marzo de 2012 a febrero de 2014, solo en los ríos Frío y Agadón. La gráfica está diseñada esencialmente como la Figura 42, pero las exuvias que se encuentran en el agua se muestran aquí como óvalos. Los

matices más oscuros representan posibles superposiciones de cohortes. Muchas muestras de fechas diferentes pero cercanas (duración máxima de 11 días) se combinan, incluso a lo largo de meses, con una fecha promedio ponderada. Para la legibilidad, partes de algunas muestras grandes se reducen en escala al porcentaje indicado. Las larvas "limpias" (recién mudadas) se registraron solo para F-0 y F-1. [Fuente: Velasco-Villanueva *et al.* (2018)]..... 103

Figura 45. Gráfico de *Onychogomphus uncatatus* que incluye solo larvas pequeñas (AC <1,2 mm). Las larvas recién eclosionadas (AC <0,4 mm) fueron recolectadas desde finales de julio hasta finales de noviembre. También hubo larvas aisladas con AC alrededor de 0,5 y 0,6 mm a finales de julio, y aproximadamente 0,5 mm en junio y principios de julio, sin duda de una cohorte mayor. Las larvas más pequeñas que pasan el invierno en este estadio formaron un pico en AC 0,45-0,55 mm. [Fuente: Velasco-Villanueva *et al.* (2018)]..... 104

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos de localización y características de hábitat de las siete localidades muestreadas: código ID. Coord: coordenadas geográficas. Alt: altitud en m s.n.m. Ord: orden del tramo de río según Strahler (1957) basado en los mapas IGN escala 1:25.000. Sustr: tipo de sustrato (AR, arena; CA, cantos rodados; RP, rocas pequeñas menores de 50 cm; RG, rocas grandes mayores de 50 cm; PL, placas o roca madre). Veloc: velocidad de la corriente (m/s). Ancho: anchura del cauce del río (m). Orilla: presencia (PR) / ausencia (AS) de vegetación de ribera en las orillas; Pte: pendiente del tramo muestreado (%).	23
Tabla 2. Listado de los grupos de macroinvertebrados bentónicos establecidos para el cálculo del índice IBMWP según su grado de tolerancia a la contaminación, donde los taxones con mayor puntuación son más sensibles a la contaminación del agua y los de menor puntuación tienen un grado de tolerancia mayor a la contaminación.	155
Tabla 3. Límites y clases de calidad de agua utilizando ISOI en cursos fluviales ibéricos.	35
Tabla 4. Combinación de las métricas y el peso que confiere cada una en el cálculo del índice multimétrico IMMi-L.	36
Tabla 5. Datos físico-químicos [OD: oxígeno disuelto (mg/l); T ^a : temperatura del agua (°C); pH; EC: conductividad (µs/cm); Sal: salinidad (mg/l); y STD: sólidos totales disueltos (mg/l)] registrados en las siete estaciones de muestreo durante el verano y otoño de 2012 y el invierno y primavera de 2013.	43
Tabla 6. Taxones encontrados en cada punto de muestreo para el período marzo 2012 a febrero de 2014 en las localidades 1 y 2, y en otoño (septiembre) de 2012 y primavera (abril) de 2013 en las localidades 3, 4, 5, 6 y 7.	46
Tabla 7. Número de familias recolectadas según el orden y localidad estudiada.	50

Tabla 8. Información mensual de: la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), el valor del índice IBWMP, el número de ejemplares por familia (N), y el total de ejemplares del río Agadón desde marzo de 2012 a febrero de 2013.....	156
Tabla 9. Información mensual de: la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), el valor del índice IBWMP, el número de ejemplares por familia (N), y número total de ejemplares del río Agadón desde marzo de 2013 a febrero de 2014.....	161
Tabla 10. Información mensual de la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), valor del índice IBWMP, número de ejemplares por familia (N), y total de ejemplares del río Frío desde marzo de 2012 a febrero de 2013.....	166
Tabla 11. Información mensual de: la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), el valor del índice IBWMP, el número de ejemplares por familia (N), y número total de ejemplares del río Frío desde marzo de 2013 a febrero de 2014.....	171
Tabla 12. Valores de índices biológicos del río Agadón en el periodo 2012-2013.....	71
Tabla 13. Valores de índices biológicos del río Agadón en el periodo 2013-2014.....	71
Tabla 14. Valores de índices biológicos del río Frío en el periodo 2012-2013.....	72
Tabla 15. Valores de índices biológicos del río Frío en el periodo 2013-2014.....	72
Tabla 16. Valores de los siete índices biológicos de las localidades 3: río Águeda; 4: río Payo; 5: río Perosín; 6: río Rubioso; 7: río Vegas en otoño de 2012 y primavera de 2013.....	75
Tabla 17. Datos sobre la puntuación de las familias recolectadas, valor del índice IBWMP, número de ejemplares por familia, y número total de ejemplares recolectados en otoño de 2012 y primavera de 2013 en las localidades 3: río	

Águeda; 4: río Payo; 5: río Perosín; 6: río Rubioso; 7: río Vegas.....	176
--	-----

Tabla 18. Especies de odonatos recolectadas en fase de larva en el área de estudio. Se indica el número de larvas (N), las localidades en que cada especie ha sido encontrada (Loc.), y el tipo de elemento biogeográfico (EL) al que han sido asignadas (IM = iberomagrebí; MO = mediterráneo occidental, ver texto). Por otra parte, en la cuenca alta del río Águeda existen dos especies de odonatos que no aparecieron en las muestras extraídas en los siete cursos antes mencionados, pero sí en otros cursos estudiados con anterioridad (2011); en estos casos, en la Tabla 18 la localidad se indica con un asterisco.....	77
---	----

Tabla 19. Puntuación y categoría de calidad de las localidades estudiadas según el ISOI. F, número de familias; G, número de géneros; S, número de especies semi-/partivoltinas; R, número de especies restantes; N, número total de especies halladas. En las localidades donde el número de especies de odonatos recolectas fue inferior a cuatro no es aplicable este índice.....	90
---	----

Tabla 20. Rango mensual y promedio del ancho cefálico de las larvas de <i>Boyeria irene</i> en los últimos cinco estados, y colectivamente para las larvas más pequeñas, de marzo de 2012 a febrero de 2014, todos los sitios combinados. En el encabezado de la tabla, solo se muestran los números de larvas de Agadón y Frío entre paréntesis. Para cada estadio, los números totales de larvas medidas cada mes se muestran entre paréntesis. Los porcentajes mensuales para cada estadio de larvas de Agadón y Frío solo se muestran entre paréntesis. La evidencia de reclutamiento se muestra en negrita y cursiva. El crecimiento probable de la cohorte de incubación a F-2 en el primer año está indicado por flechas.....	93
---	----

Tabla 21. Exuvias recolectadas entre junio de 2013 y julio de 2014, y agosto y septiembre de 2017, en los arroyos Agadón y Frío.....	95
---	----

Tabla 22. Información sobre la época de crecimiento larval de <i>Boyeria irene</i> basada en las exuvias recolectadas y los cambios de fase asignados a cada una de ellas	97
--	----

Tabla 23. Registros mensuales de los últimos estados 'limpio' (recientemente mudado) y 'sucio' de larvas de <i>Boyeria irene</i> , que muestran patrones temporales de muda en los tres últimos estados. Los anchos cefálicos de las muestras se muestran entre paréntesis.....	98
Tabla 24. Número mensual de larvas de <i>Boyeria irene</i> 'limpias' y 'sucias' tabuladas para mostrar el patrón temporal de la muda de los estados penúltimo y final. Las larvas 'limpias' se supone que han entrado en el estadio recientemente.....	98
Tabla 25. Ciclo de vida resumido de <i>Boyeria irene</i> en la Cuenca alta del río Águeda	99
Tabla 26. Rangos de ancho cefálico (AC), longitud de pteroteca (LPt) y el ratio (LPt/AC) para los diferentes grupos de estados de larvas de <i>Onychogomphus uncatus</i> (número de larvas entre paréntesis). Para LPt y LPt/AC se muestran rangos reducidos que contienen 90% o más de las muestras para algunos estados. Para LPt/AC también se dan valores de medias.....	101
Tabla 27. <i>Onychogomphus uncatus</i> . Rango mensual y promedio del ancho cefálico de las larvas en los últimos cinco estados, y colectivamente para las larvas más pequeñas, de marzo de 2012 a febrero de 2014, de todas las localidades combinadas.....	102
Tabla 28. Registros mensuales de los últimos estados 'limpio' (recientemente mudado) y 'sucio' de larvas de <i>Onychogomphus uncatus</i> , que muestran los patrones temporales de muda en los dos últimos estados de desarrollo. Los anchos cefálicos de las muestras aparecen entre paréntesis.....	103

Introducción

1. Introducción

A pesar de que el agua dulce es probablemente el recurso más importante para la humanidad, la contaminación de las aguas continentales se ha convertido en un problema mundial, especialmente para los países industrializados como los que integran la Unión Europea (GUILLER & MALMQVIST 1998; BERNARDI 2001). Las comunidades bióticas que habitan los ecosistemas acuáticos son muy sensibles a las alteraciones del medio, y sean éstas de origen natural o antrópico determinan la composición, abundancia y diversidad de las comunidades acuáticas asociadas (HAWKING & NEW 2002). En este sentido, es esencial la labor de protección de los ecosistemas acuáticos que ejercen determinados instrumentos legales. Los espacios protegidos permiten la conservación de los ecosistemas y, en consecuencia, la supervivencia de las especies. Además, ayudan al mantenimiento de los procesos ecológicos y, por otro lado, persiguen alcanzar el buen estado de los ecosistemas acuáticos y llevar un control y vigilancia de la calidad de las aguas.

El creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, ha estimulado el desarrollo de criterios biológicos que permitan estimar el efecto de las intervenciones humanas en ellos (NORRIS & HAWKINS 2000). En las últimas décadas ha aumentado el uso de comunidades bióticas, en particular macroinvertebrados bentónicos, para evaluar la calidad del agua del medio fluvial (ROSENBERG & RESH 1993; METCALF-SMITH 1994; FENOGLIO *et al.* 2002; CAIN *et al.* 2004; PRAT *et al.* 2009; etc.). Esto se debe a las numerosas ventajas que los macroinvertebrados bentónicos ofrecen, entre las que destacan: a) aparecen en la práctica totalidad de los ecosistemas acuáticos continentales y la gran mayoría se desarrollan en los cursos superficiales de agua corriente (HYNES 1970); b) tienen la capacidad de mostrar fácilmente el estado de un ambiente y representar el impacto del cambio ambiental en una variedad de escalas (MCGEOCH 1998); c) minimizan las limitaciones asociadas con las prácticas de monitoreo de sustancias químicas y la mejora y simplificación de los métodos de bioevaluación (e.g. desarrollo de métodos rápidos de evaluación) (WHILES *et al.* 2000). Por estos motivos, los macroinvertebrados están considerados por muchos investigadores los mejores

bioindicadores de calidad de agua (CAIRNS & PRATT 1993; CAIN *et al.* 2004; ALONSO & CAMARGO 2005; CÓRDOVA *et al.* 2009).

En lo que respecta al ámbito de la Unión Europea, debemos remitirnos a la Directiva de Aguas 2000/60/CE (DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS DOCE 2000) para la evaluar el estado en el que se encuentran las masas de agua continentales de los países miembros, puesto que establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, a través del cual el agua pasa a ser considerada un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal. Este marco se fija con el propósito proteger las aguas con el fin de prevenir todo deterioro adicional y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos. Además, esta Directiva, con carácter legal, introduce el concepto de estado ecológico como “una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales”, entendido como la capacidad para mantener a las comunidades naturales de organismos que viven en el río, y el concepto de organismo indicador y al grupo de los macroinvertebrados acuáticos como uno de los grupos más relevantes.

Así pues, los índices biológicos basados en el uso de macroinvertebrados bentónicos permiten determinar el estado ecológico del agua dentro de alguna de las cinco categorías establecidas para cada tipo de ríos. Y al respecto, la Instrucción de Planificación Hidrológica, a través de la Orden ARM/2656/2008 (BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO BOE 2008) establece dos ecorregiones denominadas Pirineos y Región iberomacaronésica, en las que las masas de agua superficiales de la categoría “ríos” se clasifican en 32 tipos diferentes, y especifican los objetivos de calidad que tendrá que cumplir cada tipo de río. Asimismo, las comunidades de macroinvertebrados bentónicos que aparecen en ausencia de toda intervención humana se diferenciarán entre sí dependiendo de la región geográfica y del tipo de río que habitan (TORRALBA-BURRIAL 2009), y éstas servirán de referencia para el resto de localidades que tengan algún tipo de alteración dentro de la misma tipología de masa de río.

Un fenómeno puede repercutir en las comunidades de macroinvertebrados bentónicos a la hora de evaluar el estado ecológico de una masa de río: las amplias

variaciones temporales relacionadas con los diversos factores ambientales que caracterizan una determinada cuenca o masa de agua. Por ello se recomienda caracterizar las comunidades de macroinvertebrados en más de una ocasión al año con diferentes condiciones ambientales dentro de un mismo año, por ejemplo durante la época de caudal basal y en la época de crecidas, ya que se generan resultados más robustos (ÁLVAREZ-CABRÍA 2010).

Dentro de los invertebrados acuáticos, los insectos odonatos adquieren un papel importante por su interés científico aplicado (TORRALBA-BURRIAL 2015). Las libélulas y caballitos son útiles para la gestión y conservación de la naturaleza, y recientemente se está haciendo un mayor esfuerzo para que la información sobre ellas esté disponible para los científicos y para los responsables de la formulación de políticas (KALKMAN *et al.* 2008). Además, en la actualidad el conocimiento de la fauna de odonatos de la península ibérica es muy desigual según las regiones, tanto que en buena parte de la meseta norte hay un elevado desconocimiento de este grupo de insectos (PRUNIER *et al.* 2015).

Por área de distribución de una especie puede entenderse el área donde se reproduce de forma efectiva. Tres formas son las más habituales en odonatos para evidenciar la reproducción en un lugar: la observación en el campo de puestas de huevos, la presencia de exuvias, o la presencia de larvas, de las que sólo las dos últimas son garantes del éxito reproductivo. Los estudios sobre exuvias y larvas generan mucha información sobre la ecología de la especie, importante en los trabajos de conservación. Proporcionan información sobre la localización de zonas de reproducción y su hábitat, aspectos sobre la estabilidad o el grado de vulnerabilidad de la población, estructura de la comunidad que conforman como el estado del ecosistema en que habitan.

Las especies de odonatos cambian desde la cabecera de un río hasta su desembocadura, probablemente porque también lo hacen los factores ambientales (anchura y profundidad del cauce, velocidad del flujo, temperatura del agua, entre otros) que se suceden a lo largo del gradiente longitudinal (CORBET 1999; SCHÜTTE & SCHRIMPF 2002). Por otro lado, en hábitats con ritmos estacionales de alta productividad

es posible la co-ocurrencia de especies con requisitos similares (LARSON 1985); del mismo modo que en hábitats fríos y menos productivos, la co-ocurrencia de larvas de especies de anisópteros con largos ciclos de vida parece depender tanto de la utilización de diferentes microhábitats como de las diferencias en sus ciclos de vida (CORBET 1999).

El conocimiento actual de los ciclos de vida de los odonatos está sesgado hacia las zonas templadas más septentrionales y, en cierta medida, hacia las especies de ecosistemas lemníticos. El área del Mediterráneo es, por lo tanto, interesante para salvar el vacío de información que existe hasta los subtrópicos. Para determinar el patrón de desarrollo larvario de una especie en la naturaleza, casi siempre es necesario muestrear las larvas a intervalos adecuados y determinar la distribución de la frecuencia de tamaños y la frecuencia de distribución de los estados. Este conocimiento es importante para comprender cómo los ciclos de vida se han adaptado a diferentes regiones y entornos, y cómo se logra la regulación estacional (CORBET 1999). El presente estudio presenta dichos datos de dos especies de ecosistemas lóticos en el área mediterránea.

Las libélulas de la Familia Gomphidae son típicas de aguas lóticas, donde las larvas del género *Onychogomphus* Selys, 1854 viven como excavadoras, particularmente *O. uncatus* (Charpentier, 1840) en arena, grava y entre piedras (SUHLING & MULLER 1996). También el ésnido *Boyeria irene* (Fonscolombe, 1838) se desarrolla en aguas lóticas, pero sus larvas viven como acechadoras (en inglés, “claspers”) en el lecho del arroyo. Excepto en los primeros estados, éstas son de color oscuro y uniforme, y exhiben inmovilización refleja (ROBERT 1958; CORBET 1999).

La distribución geográfica de *B. irene* y *O. uncatus* abarca desde Europa central hasta el norte de África, y algunas islas del Mediterráneo occidental (ASKEW 2004; BOUDOT *et al.* 2015; BOUDOT & DOMMANGET 2015), pero *O. uncatus* se registró por última vez en las fronteras de Suiza y Alemania hace veinte años, y *B. irene* persiste sólo en una o dos poblaciones en Alemania (SUHLING & MULLER 1996; CLAUSNITZER *et al.* 2010). Ambas especies pertenecen, *sensu lato*, a un tipo corológico restringido al Mediterráneo occidental (FERRERAS-ROMERO 1999; BOUDOT *et al.* 2009).

La información sobre los ciclos de vida de *B. irene* y *O. uncatus* en todos sus rangos de distribución es relativamente escasa. En el sur de España, *B. irene* es principalmente una "especie de verano" semivoltina (*sensu* CORBET 1954, 1964, es decir, el último invierno lo pasa en varios estados tardíos y la emergencia es tardía y asincrónica) y tiene huevos que hibernan (FERRERAS-ROMERO 1997). También se dispone de información interesante sobre el desarrollo de huevos, la alimentación y el comportamiento reproductivo en el sur de Francia y el NE de España (WENGER 1955, 1963; JURZITZA 1967; MILLER & MILLER 1985).

Por otro lado, *O. uncatus* carece de diapausa embrionaria y en el sur de Francia los huevos eclosionan aproximadamente cuatro semanas después de ser depositados (SCHÜTTE *et al.* 1998). En el sur de España esta especie presenta un desarrollo larvario prolongado y flexible, completado en dos o tres años, y principalmente con características de especies veraniegas (FERRERAS-ROMERO *et al.* 1999). En el sur de Francia se sabe que *O. uncatus* se desarrolla en tres años (SCHÜTTE *et al.* 1998), y puede aparecer tanto como una especie de verano (véase arriba) como una especie de primavera (*sensu* CORBET 1954, 1964; el último invierno lo transcurre principalmente en el último estadio de desarrollo, dando una emergencia temprana y sincrónica). SUHLING (1995) encontró ambos tipos de patrones de emergencia en dos poblaciones distantes entre sí 2 km (SUHLING & MULLER 1996), probablemente explicado por las diferencias en las condiciones de temperatura.

La flexibilidad en el desarrollo larvario y el voltinismo facultativo han abierto el camino para que los odonatos ocupen hábitats fríos y menos productivos a costa de extender la vida larval, e. g. en latitudes y altitudes más altas (CORBET 1999; CORBET *et al.* 2006; NORLING 1984; THOMPSON 1978). La comparación de los patrones de crecimiento larvario y voltinismo de estas dos especies en la fría meseta norte de la península ibérica y en las cordilleras cálidas del sur de España (FERRERAS-ROMERO 1997; FERRERAS-ROMERO *et al.* 1999) es un objetivo principal de este estudio.

1.1. Área de Estudio

1.1.1. Superficie y localización

El río Águeda es afluente del río Duero por su margen izquierda. Nace en el término municipal de Navasfrías (Oeste de la provincia de Salamanca), y hace de frontera natural entre España y Portugal desde la desembocadura del río Turones hasta Barca d'Alva. La superficie estudiada en esta Tesis Doctoral se localiza en la parte alta de la misma cuenca, ocupa una extensión de 812 km² (CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO 2018), y se asienta sobre un conjunto de sierras con una altitud entre 600 y 1400 m s.n.m., alcanzando cotas de 1700 m s.n.m. en la parte más oriental de la cuenca (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN 2018), que constituye el sector más occidental del Sistema Central en el territorio español.

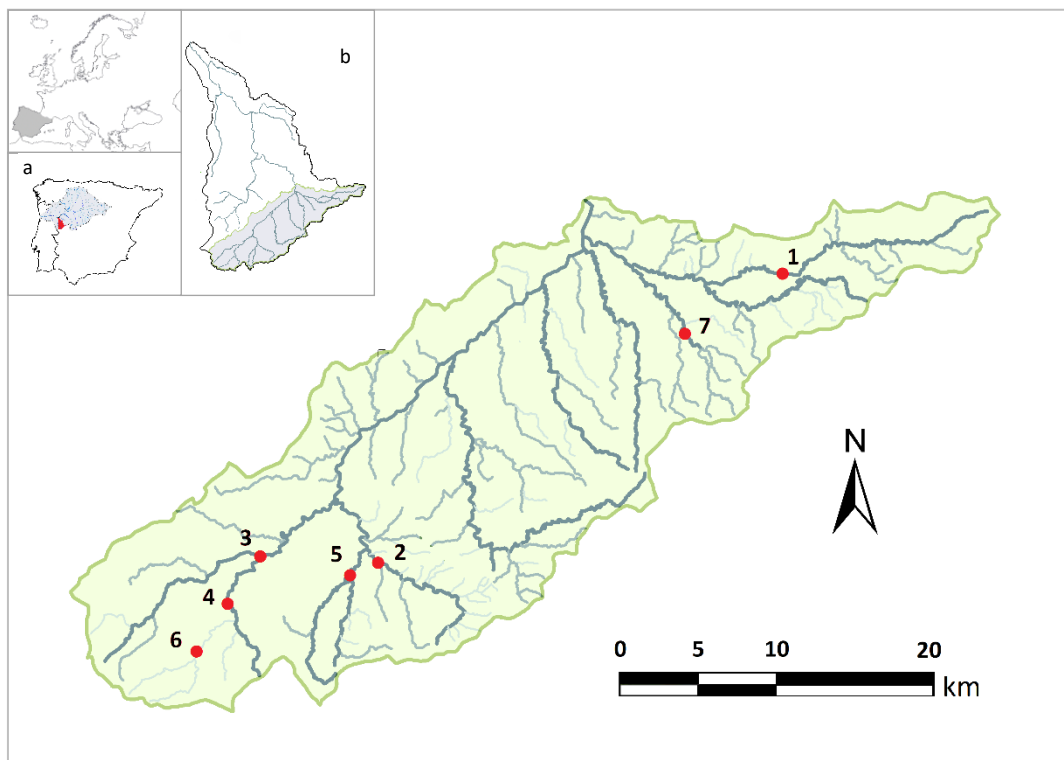


Figura 1. Mapa de la cuenca alta del río Águeda, y su ubicación en la cuenca del río del Duero (a) y del río Águeda (b). En rojo, la ubicación de los siete puntos de muestreo: 1, río Agadón; 2, río Frío; 3, río Águeda; 4, río Payo; 5, río Perosín; 6, río Rubioso; 7, río Vegas (Fuente: T. Velasco-Villanueva).

En sentido O-E discurre la Sierra de Gata, entendiendo por ella el conjunto formado por la sierra de Jalama-Villasrubias y la sierra de Gata, y a continuación la Sierra de Francia, formada por la antesierra de Francia y la vertiente suroeste de la Sierra alta del mismo nombre.

Estas barreras naturales marcan el límite meridional de la cuenca del Duero con la del Tago y suponen el límite administrativo entre las provincias de Salamanca y Cáceres. La fosa de Ciudad Rodrigo marca el límite septentrional. Por el O linda con la Sierra de Malcata, en el distrito de Guarda (Portugal), que enlaza con la Serra da Estrela; y por el E con la Sierra de Béjar y la cuenca del Alagón.

1.1.2. Geología y relieve

Desde un punto de vista geológico, la zona de estudio transita por una unidad bien definida por sus rasgos litológicos y morfoestructurales de origen hercínico, las sierras. Los materiales paleozoicos metamórficos y plutónicos que las forman son ricos en recursos mineros (Figura 2), y están constituidos por pizarras y grauvacas con algún resto de sinclinal (GARCÍA DE FIGUEROLA 1970), del granito ígneo de dos micas (ARRIBAS & JIMÉNEZ 1978) y biotítico en el extremo occidental, y por alguna roca filoniana formada por aplitas y pegmatitas en el oriental.

La inclinación de la Sierra de Gata es NO-SE y presenta una menor media altitudinal, situada aproximadamente en 1.000 m. (SCHAAD *et al.* 2009). Las cotas más elevadas se encuentran en la Sierra de Francia, con inclinación E-O, donde se localiza el Pico Hastiala (1.735 m) y la cresta de la Peña de Francia (1.723 m) (Figura 2).

El piedemonte está formado por los depósitos neógenos de origen aluvial con un conjunto sedimentario a techo formado por sedimentos de abanicos fluviales de edad finineógena (Plioceno medio-Pleistoceno inferior), que constituyen las superficies denominadas rañas, y las series arcósicas paleógenas en la mitad occidental (BASCONES *et al.* 1990; MOLINA & CANTANO 2002). Atendiendo a criterios litológicos y

topográficos, las pendientes del piedemonte serían más equiparables a las que marcan las penillanuras (TEJERO DE LA CUESTA 1988).

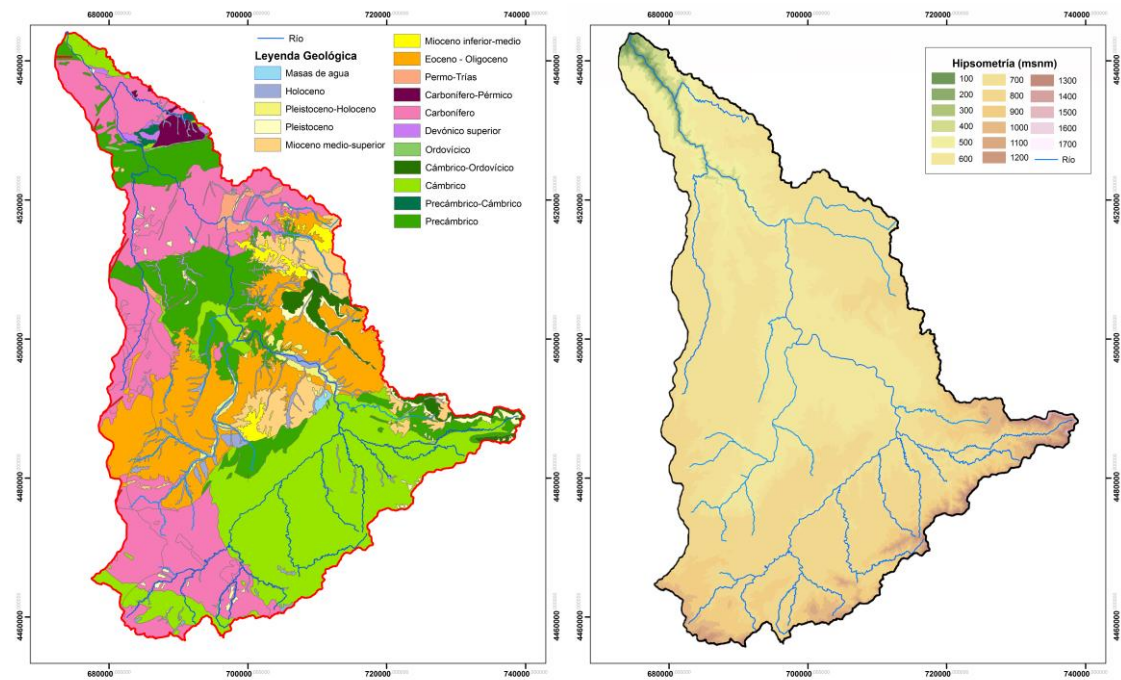


Figura 2. Mapa geológico y de hipsometría de la cuenca del río Águeda (Fuente: Proyecto ÁGUEDA).

1.1.3. Clima

El clima es mediterráneo con marcada influencia oceánica que aumenta hacia el suroeste, dirección predominante de los vientos y de entrada de los frentes nubosos del Océano Atlántico. El valor de la temperatura media anual de la cuenca alta y de la zona de estudio es 10°C, mientras que la precipitación media es más variable, oscilando entre 550 mm y 1200 mm, aumentando en dirección suroeste además de con la altitud (RAMÍREZ & REGUERA DE CASTRO 1995) (Figura 3). Los pisos bioclimáticos representativos son el supramediterráneo y representativos son el supramediterráneo y mesomediterráneo (RIVAS-MARTÍNEZ 1987).

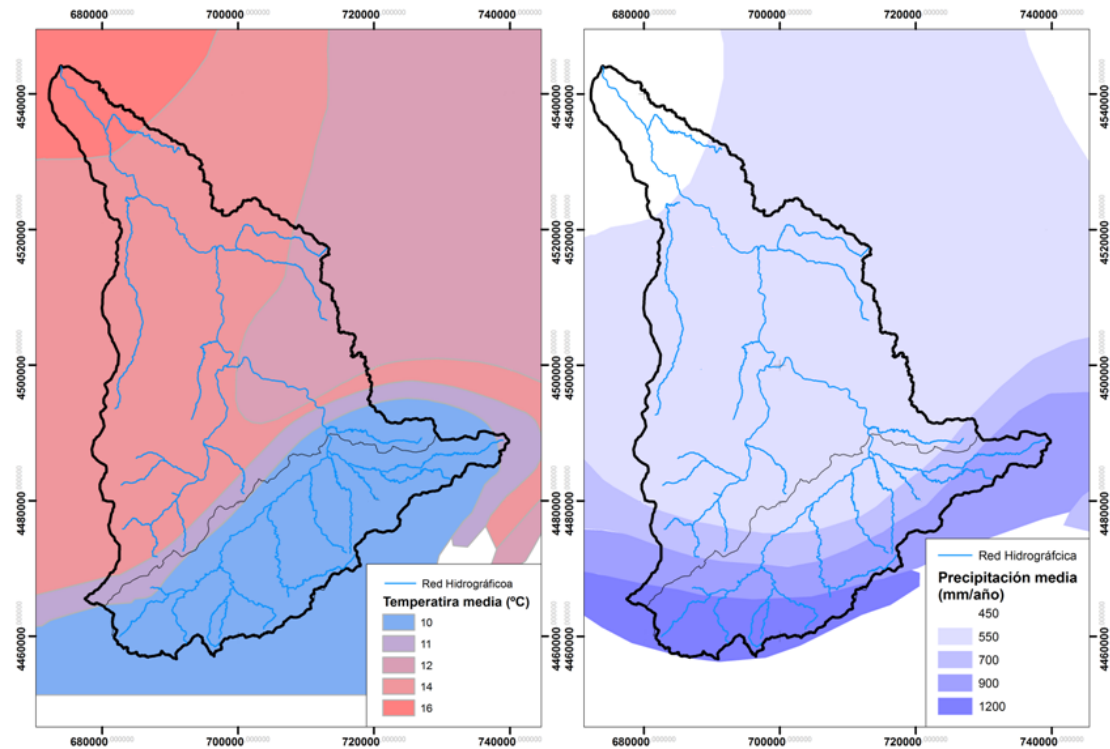


Figura 3. Mapa de temperatura media anual (°C) y de precipitaciones medias (mm/año) de la cuenca del río Águeda y área de estudio (Fuente: cartografía del Proyecto ÁGUEDA).

1.1.4. Hidrografía

En su tramo alto el río Águeda recibe los afluentes que nacen de la Sierra de Gata (Jalama-Villasrubias y Gata) y de la Sierra de la Peña de Francia. Los afluentes más importantes que nacen en el sector occidental son los ríos Rubioso, Frío, Payo y el arroyo Perosín, todos con un régimen permanente. Por el sector oriental recibe los ríos Agadón y Vegas, y el arroyo Porteros, también permanentes, excepto este último. Estas masas de aguas bravas y cauces estrechos discurren siguiendo las líneas de pendientes, diferentes según el origen de sierra, hacia el nivel de base de la fosa de Ciudad Rodrigo (GALLARDO *et al.* 1980).

De este modo, el río Rubioso arranca del pico Jálama para unirse por la orilla izquierda y en el término municipal Mortacinos al río Payo, que desagua en el río

Águeda por su margen derecha. Aguas abajo, y en la misma orilla, tributa el río Frío después de recibir por la orilla izquierda las aguas del arroyo Perosín, que nace en el término municipal de El Payo, cerca del Puerto del Perales. A partir de este punto, la red fluvial del río Águeda empieza a encajarse paulatinamente en el terreno y forma el mayor accidente geomorfológico de la zona dejando en un segundo lugar las formas redondeadas, suaves y de escasa abruptuosidad que caracterizan las partes más altas de las sierras del sector occidental. De hecho este mismo encajonamiento ha sido aprovechado por el hombre para evitar las periódicas inundaciones que asolaban a Ciudad Rodrigo con la construcción en el 2010 de la presa de Irueña (110 Hm³ de capacidad), aguas arriba de la ya existente presa del Águeda, de 22,3 Hm³, en el tramo medio. Inevitablemente tras el primer obstáculo que han de salvar las aguas del río Águeda, el río cambia de estructura y ensancha.

En la cola del embalse de Irueña, llegan por la orilla derecha las aguas del río Mayas procedentes de la Sierra de Gata, cuyo trazado hace de límite entre Campos de Robledo al Oeste y la Comarca de Agadones al Este. Por la margen derecha del río Águeda se unen aguas abajo el río Agadones y el río Burguillos, ambos con un marcado estiaje, y más adelante el río Agadón, uno de los afluentes más importantes de cabecera, que atraviesa la comarca de Agadones desde su extremo más oriental hacia el Oeste.

De los afluentes de cabecera del río Águeda, el Agadón es el único que nace en la Sierra de la Peña de Francia. Su cuenca consta de dos cursos fluviales importantes que desaguan por su margen izquierda, sucediéndose desde cotas más altas a bajas el arroyo Porteros y el río Vegas.

1.1.5. Vegetación

En los pisos supramediterráneo y mesomediterráneo superior se desarrolla una vegetación arbórea caducifolia caracterizada principalmente por los bosques de roble melojo o rebollo (*Quercus pirenaica*, Fagáceas). Estas formaciones son típicas de las montañas silíceas de la región mediterránea occidental (península ibérica, NO de África y Francia) (LUCENO *et al.* 2016). Aunque son escasos los lugares donde se han

conservado buenos bosques de esta especie (VALLE-GUTIÉRREZ 2005), en la zona se conserva una de las formaciones más extensas y maduras de rebollo de toda la Comunidad Autónoma de Castilla y León. El bosque de fagáceas aparece también junto con prados naturales, y matorrales frecuentes en las zonas deforestadas, como escobares (*Cytisus scoparius*, *C. multiflorus*, *C. striatus*, *Genista florida*, *G. histerix*), brezales (que dominan en los suelos pizarrosos, con *Erica arborea*, *E. scoparia*, *E. australis*, *E. umbellata*) entremezclados con jarales (que prosperan en suelos muy degradados, con *Cistus ladanifer*) y espinares, el cantuesar y tomillar. Sin embargo, son también importantes las repoblaciones de coníferas, (generalmente con dos especies, *Pinus pinaster* y en zonas altas *Pinus sylvestris*), y en menor medida de eucalipto *Eucalyptus* spp.

En el piso mediterráneo, en los espacios más xéricos es frecuente la encina (*Quercus rotundifolia*), asociada a cultivos de secano y otras plantas aromáticas. En las márgenes de los ríos aparece una vegetación mesófila caducifolia dominada por el aliso (*Alnus lusitanica*) en cursos fluviales con suelos aluviales permanentemente encharcados. En los lechos y bordes, son típicas las macollas grandes, densas y resistentes a la corriente formadas por cárex de Reuter (*Carex reuteriana*) y otras Ciperáceas del género *Eleocharis*. También crecen otras especies como los pampanillos (*Hypericum undulatum*, Hiperáceas), la menta de burro (*Mentha suaveolens*, Lamiáceas) o el nabo del diablo (*Oenanthe crocata*) (LUCENÓ *et al.* 2016).

1.1.6. Fauna

La cuenca alta del río Águeda cuenta con una gran riqueza faunística asociada al medio acuático, en donde destaca la presencia de nutria (*Lutra lutra*) y la rata de agua (*Arvicola sapidus*) (VELASCO *et al.* 2005). Además, en el mismo territorio existe un Área Importante para la Herpetofauna de 50 ha, en donde habitan los galápagos leproso (*Mauremys leprosa*) y europeo (*Emys orbicularis*), catalogadas como “Vulnerable” por su fuerte dependencia de la buena conservación de los medios acuáticos y la vegetación que los rodea (LIZANA 2002; MATEO 2002; VELASCO *et al.* 2005).

En cuanto a la ictiofauna, los tramos fluviales incluyen poblaciones significativas de distintas especies de trucha común (*Salmo trutta*), y las endémicas *Squalius carolitertii*, *Squalius alburnoides*, *Pseudochondrostoma duriense*, *Cobittis vettonica* (VELASCO *et al.* 2005), que han sido estudiadas y gestionadas a través del programa de conservación del proyecto LIFE+CIPRÍBER (LIFE13 NAT/ES/000772).

Esta zona también consta la presencia de ejemplares de fauna bentónica destacables, donde se han detectado odonatos como *Macromia splendens* (CAMPOS *et al.* 2012), catalogada como “Vulnerable” por la UICN, y con la categoría de “En peligro crítico” en España (VERDÚ & GALANTE 2006). También están presentes los bivalvos *Margaritifera margaritifera*, que constituye las poblaciones más meridionales de Europa (VELASCO *et al.* 2002) con categoría de “En Peligro” a nivel nacional (VERDÚ & GALANTE 2006) y *Unio crassus* (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN 2015) en “Bajo riesgo” a nivel europeo, sin catalogar a nivel nacional, pero con una población importante en esta zona (ARAUJO 2012).

1.1.7. Usos del suelo

Actualmente los usos del suelo son fundamentalmente ganaderos y forestales, y sólo una pequeña parte agrícola (RAMÍREZ & REGUERA 1995), como ha venido siendo desde tiempo atrás. De siempre, los usos del suelo han estado tradicionalmente muy ligados al bosque melojo, y principalmente al aprovechamiento maderero como fuente de combustión, lo que podría haber supuesto la disminución de su masa forestal si no fuera por la extraordinaria capacidad de propagación vegetativa a través de rizomas. El valor nutricional de sus hojas y bellotas también ha sido muy apreciado por el ganado caprino (LUCENÓ *et al.* 2016), todavía existente en la zona.

Hoy en día el aprovechamiento maderero se realiza a partir de plantaciones de pinos y con otros fines, los industriales, lo que ha causado cierta roturación de las formaciones de melojo. Estos usos se compatibilizan con las actividades cinegéticas, donde los cotos privados como públicos ocupan una gran extensión del territorio.

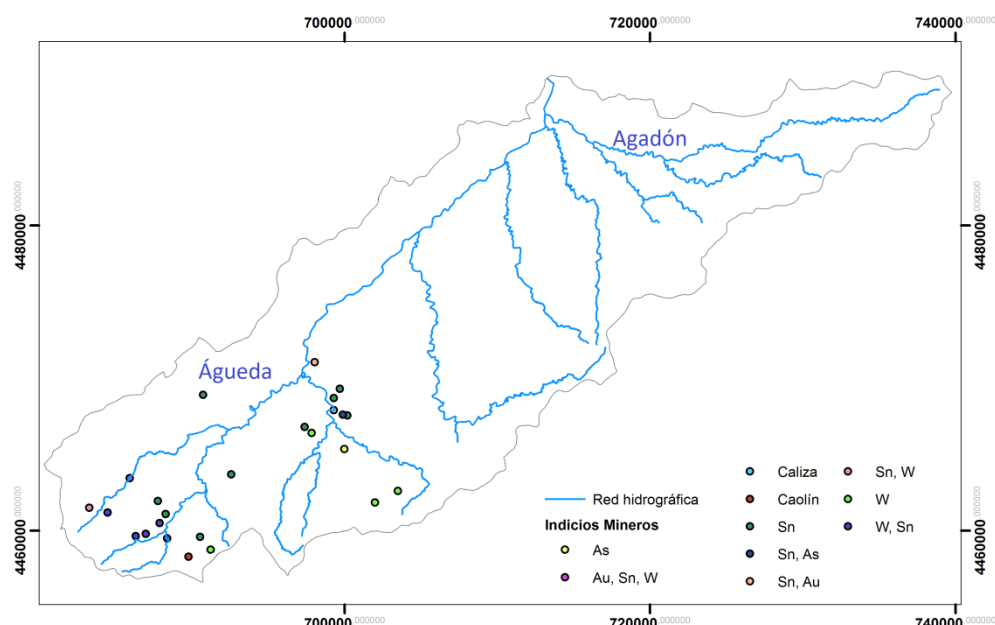


Figura 4. Mapa de indicios mineros en la cuenca del alto Águeda (Fuente: cartografía del Proyecto ÁGUEDA).

La actividad ganadera de vacuno y cerdo ibérico es otra de las actividades que ocupan una gran extensión, principalmente en la zona más oriental y en las superficies donde el roble da paso a la encina. Estas prácticas han favorecido el mantenimiento del arbolado gracias a un sistema de explotación silvo-pastoril típicamente mediterráneo, la dehesa. Del mismo modo, el aprovechamiento geológico de la zona, patente en los numerosos indicios mineros localizados en la cuenca alta (Figura 4), tuvo su última impronta en la época de la minería industrial, en los primeros años de la Segunda Guerra Mundial, cuando el wolframio fue importante para los aceros militares. También se explotaron minas de estaño, a menudo asociado a otros metales, o canteras de caliza. Actualmente la actividad minera se encuentra parada o abandonada, en casi su totalidad (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.* 2013).

1.1.8. Espacios naturales protegidos y Red Natura 2000

La superficie de estudio tiene una importante riqueza vegetal y faunística protegida por alguna las figuras de protección de Espacios Naturales Protegidos o Red Natura 2000.

En la cuenca alta, en el año 2000 se declara el Parque Natural “*Las Batuecas y Sierras de Francia*” con la legislación autonómica vigente de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León (Ley 8/1991, de 10 de mayo) promulgada en el ordenamiento jurídico española través de la Ley 4/1989 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. Alrededor del 15% de su extensión total (48.000 ha) se localizan en la subcuenca alta del río Agadón, pero fuera de nuestra área concreta de estudio. Por otro lado, “El Rebollar” fue declarado con la figura de protección de Espacio Natural en 1991, y se encuentra íntegramente en la cuenca alta del río Águeda.

La Red Natura 2000 incorpora otras superficies clasificadas por la junta de Castilla y León como Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) en cumplimiento de lo dispuesto en las directivas europeas: la Directiva Aves 79/409/CEE (DO 1979) y la Directiva Hábitats 92/43/CEE (DO 1992) traspuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 1997/45 (BOE 1997). Éstas son: ES4150032-El Rebollar (LIC: 4911,1 ha), ES4150107-Las Batuecas y Sierra de Francia (LIC: 31801,9 ha), ES4150125- Riberas del río Agadón (LIC: 86,55 ha) y ES4150005-Las Batuecas y Sierra de Francia (ZEPA: 30182,9 ha). El LIC El Rebollar y Riberas del río Agadón se localizan en la zona de estudio.

Hipótesis inicial y Objetivos

2. Hipótesis inicial y objetivos

El área de estudio cuenta con una amplia superficie protegida que destaca por su alto valor ecológico. También son de destacar las peculiares características geológicas del suelo, que permitieron que antiguamente se abrieran varias minas, ahora en desuso, para la extracción del estaño y el wolframio de los filones incluidos en el granito. Actualmente, los usos del suelo son fundamentalmente forestales y, en menor medida, agrícolas, y los ríos cuentan con un bosque de ribera en general bien conservado. En este sentido se prevé que los ríos tengan una buena calidad del agua y alberguen una alta riqueza de familias de macroinvertebrados bentónicos, así como una alta diversidad de especies de larvas de odonatos propias de cursos de agua corriente que formen poblaciones estables en el territorio, con la posibilidad de encontrar nuevas poblaciones de especies amenazadas, caso por ejemplo de *Macromia splendens*, o poco conocidas en la mitad norte peninsular.

A partir de un muestreo previo realizado durante el otoño de 2011 en 16 puntos situados en los principales cursos que conforman la red de tributarios del curso alto del río Águeda, se eligieron siete puntos representativos. De estos, se seleccionaron dos localidades, una en el río Agadón (parte oriental, en la antesierra de Francia) y otra en el río Frío (zona occidental, en la sierra de Gata), separadas entre sí 32 km. El motivo de esta elección fue que albergaban un elevado número de larvas de varias especies de odonatos, en particular de *Boyeria irene* y *Onychogomphus uncatus*, lo que permitía realizar un muestreo biológico sistemático durante un período más amplio de tiempo e investigar sus ciclos biológicos (fenología y voltinismo). De esta forma podría ser posible encontrar diferencias a) entre ambos ríos, dada la ubicación y diferentes características de estas dos localidades de muestreo, y b) entre los ciclos biológicos de ambas especies en estos ríos y los desarrollados en poblaciones más meridionales (Sierra Morena), variabilidad que puedan tener su origen en una respuesta a factores ambientales, características geológicas y tipologías de ríos.

Los objetivos que se pretenden con este estudio son:

✓ Determinar el estado ecológico de los cursos fluviales de la cuenca alta del río Águeda mediante el análisis de las comunidades de macroinvertebrados que viven en sus aguas, aplicando el índice IBMWP y otros índices biológicos; así como la tipología de ríos publicada en la instrucción de planificación hidrológica (BOE, 2008, Orden ARM/2656/2008) para poder establecer la condiciones de referencia y límites de categoría de estado.

✓ Inventariar la diversidad de especies de larvas de odonatos que tienen poblaciones residentes y estables, y evaluar el estado ecológico de estos cursos fluviales aplicando el índice ISOI (*Iberian Stream Odonatological Index*).

✓ Establecer qué índices de los empleados permiten una mejor evaluación del grado de alteración o contaminación del agua, en el caso de existir, y cuál de ellos ofrece una mejor visión.

✓ Interpretar la dinámica de los ciclos biológicos de las especies de odonatos más abundantes, *Boyeria irene* y *Onychogomphus uncatus*, y determinar cuáles son las variables ambientales que más influyen en el desarrollo de estas poblaciones.

✓ Realizar un estudio comparativo de los ciclos biológicos de odonatos de las dos especies anteriores con estudios previos realizados en Sierra Morena.

Material y métodos

3. Material y Métodos

3.1. Selección de las estaciones de muestreo

Tabla 1. Datos de localización y características de hábitat de las siete localidades muestreadas: código ID. Coord: coordenadas geográficas. Alt: altitud en m s.n.m. Ord: orden del tramo de río según STRAHLER (1957) basado en los mapas IGN escala 1:25.000. Sustr: tipo de sustrato (AR, arena; CA, cantos rodados; RP, rocas pequeñas menores de 50 cm; RG, rocas grandes mayores de 50 cm; PL, placas o roca madre). Veloc: velocidad de la corriente (m/s). Ancho: anchura del cauce del río (m). Orilla: presencia (PR) / ausencia (AS) de vegetación de ribera en las orillas; y, Pte: pendiente del tramo muestreado (‰).

Loc.	Río	Municipio	Coord	Alt	Ord	Sustr	Veloc	Ancho	Orilla	Pte
1	Agadón	Serradilla del Llano	40°29'02''N 06°20'05''W	760	4	RP+RG	0,1	4	BG	12
2	Frío	Villasrubias	40°19'20''N 06°38'40''W	830	3	RP+RG	0,2	17	BG	4
3	Águeda	Mortacinos	40°19'40''N 06°44'02''W	800	4	CA+RP	0,3	15	DE+BG	8
4	Payo	El Payo	40°18'03''N 06°45'34''W	845	4	PL+CA	0,2	15	DE+BG	40
5	Perosín	Peñaparda	40°18'57''N 06°40'03''W	828	4	AR+RP	0	15	DE+BG	4
6	Rubioso	Navasfrías	40°16'25''N 06°47'03''W	900	3	RP+RG +PL	0,1	5	DE+BG	56
7	Vegas	Vegas de Domingo Rey	40°27'03''N 06°24'35''W	745	4	CA+PL	0,2	3	BG	20

El estudio se localiza en siete tramos permanentes de ríos de cabecera de la Cuenca del Águeda, entre los 745-900 m s.n.m., aproximadamente 40°20'N 06°30'W. Después de algunas recogidas exploratorias en 2011, las larvas de odonatos fueron recolectadas mensualmente desde marzo de 2012 a febrero de 2014, en el río Frío y el río Agadón, utilizando una manga de muestreo con malla cuadrada de 0,25 mm de luz, de acuerdo con el método de muestreo kick-sampling (SUTHERLAND 2006). En las otras cinco localidades las larvas fueron recolectadas cuatro veces dentro del mismo periodo (junio y septiembre de 2012; enero y abril de 2013) (Tabla 1) con el mismo método. El esfuerzo de muestreo realizado en el río Agadón y el río Frío (en cada uno de los cuales

se extrajeron 24 muestras) fue seis veces mayor que en cada una de los otros cinco cursos de agua (sólo cuatro muestras en cada una de ellas).

Los tramos estudiados son de 60 a 100 m de longitud, con una profundidad media inferior a 50 cm, que en todo caso muestran los hábitats más representativos de los ríos en estos puntos. A continuación se describe brevemente cada una de las estaciones.

La estación 1 se localiza en el río Agadón, término municipal de Serradilla del Llano, entre los kilómetros 23 y 24 en la carretera CV-149, aguas arriba de un merendero y aguas abajo del punto donde confluye el arroyo Bonales con el río Agadón. Este tramo es de orden 4 y discurre por un valle abierto, de formas suaves. El cauce tiene 4 m de ancho. El lecho está compuesto fundamentalmente por rocas de tamaño superior a 25 cm. En las orillas puede observarse vegetación acuática de *Carex reuteriana* y, en las zonas más soleadas fuera del alcance de la sombra de la vegetación de ribera, *Scirpus holoschoenus*. Los alisos se extienden longitudinalmente a lo largo del cauce sin perder continuidad. En las inmediaciones hay parcelas dedicadas a la horticultura y plantaciones de chopos.

La estación 2 se encuentra en el río Frío, término municipal de Villasrubias, entre los kilómetros 81 y 82 de la carretera CL-526. El tramo de estudio es de orden 3 y se encuentra dentro de una mancha de roble. Tiene una anchura de 17 m. El lecho está formado fundamentalmente por rocas de dimensiones >25 cm. La cobertura arbórea de la orilla derecha está formada por alisos, mientras que la orilla izquierda es más soleada, no presenta ningún pie arbóreo. En esta última hay una zona de vegetación acuática emergente de *Eleocharis palustris* (CASANUEVA *et al.* 2015), donde la corriente es menor y el sustrato más fino, y de vegetación sumergida de *Ceratophyllum demersum* L. En mitad del cauce están presentes otras especies como *Oenanthe crocata* L. (CASANUEVA *et al.* 2015) y macollas de *Carex reuteriana*.



Figura 5. Localidad 1: río Agadón en el municipio de Serradilla del Llano (Foto: T. Velasco-Villanueva)



Figura 6. Localidad 2: río Frío en el municipio de Villasrubias (Foto: T. Velasco-Villanueva).

La estación 3 está ubicada en el río Águeda, municipio de El Payo, en la dehesa de Mortacinos, entre el puente de Arellanos y aguas abajo de la confluencia del río Payo y el río Águeda. El tramo estudiado es de orden 4, tiene 15 m de ancho, y presenta una de las pendientes más bajas de todas las estaciones de muestreo. El sustrato del fondo del cauce es de menor dimensión que el resto de localidades muestreadas y pueden distinguirse cantos rodados pequeños y rocas <20 cm de tamaño. El tramo está desprovisto de vegetación de ribera y en las orillas hay una abundante vegetación acuática que forma amplios bancos de *Eleocharis palustris*, *Ceratophyllum demersum* y *Ranunculus sp.*, que también aparecen en el centro del cauce junto a macollas de *Carex reuteriana*.



Figura 7. Localidad 3: río Águeda en el municipio de El Payo (Foto: T. Velasco Villanueva).

La estación 4 se encuentra en el río Payo, municipio de El Payo, al que se accede a través de una pista que cruza el río y que sale entre el kilómetro 28 y 29 a la derecha de la carretera CV-199 en sentido Fuenteguinaldo-El Payo. El tramo estudiado está situado 1 km aguas arriba del punto donde el regato Rubioso se une al río Payo. El río

en este punto es de orden 4 y de 15 m de ancho. La vegetación de ribera está formada por alisos, aunque en la orilla derecha a lo largo de 20 m es menos densa o está ausente, y conecta transversalmente con una gran mancha de *Quercus pyrenaica*. En el cauce pueden observarse macollas de *Carex reuteriana* e islas con pies de alisos



Figura 8. Localidad 4: río Payo en el término municipal de El Payo (Foto: T. Velasco Villanueva).

La estación 5 está en el arroyo Perosín, término municipal de Peñaparda, aguas abajo del mismo municipio, entre el kilómetro 1-2 de la carretera CV-36. Es un tramo de orden 4, con una anchura de cauce próxima a 5 m, con apenas pendiente y escasa corriente. El sustrato predominante son arenas y rocas de menor tamaño. Una aliseda más o menos continua se asienta sobre la orilla derecha junto con ejemplares de *Salix atrocinerea*. La orilla izquierda corresponde a la de erosión, es más soleada, y pueden contemplarse especies de la Familia Cyperaceae. En el centro del cauce aparecen las macrófitas enraizadas como *Potamogetum natans* L. y *Myriophyllum alterniflorum*.



Figura 9. Localidad 5: arroyo Perosín en Peñaparda. (Foto: T. Velasco Villanueva).

La estación 6 está situada en el río Rubioso, término municipal de Navasfrías, junto a las casas de las Vegas, en el camino que parte desde Navasfrías hasta la carretera CV-193. Es la estación ubicada a mayor cota (900 m s.n.m.). Discurre por un valle abierto de formas suaves. A 1 km aguas arriba del tramo hay una antigua mina de wolframio e inmediatamente aguas arriba de la estación confluye el regato de los Salgueiros. El tramo es de orden 3, con una anchura media de 5 m. El cauce es sinuoso con cierta pendiente (56‰). El sustrato está formado principalmente por rocas de dimensiones mayores a los 25 cm y por placas. Las orillas presentan vegetación arbórea de *Alnus lusitanica* y *Salix atrocinera* entremezclada con formas arbustivas del género *Cytisus*. Esta vegetación es constante a lo largo del cauce y transversalmente se mezcla con una amplia mancha de roble.

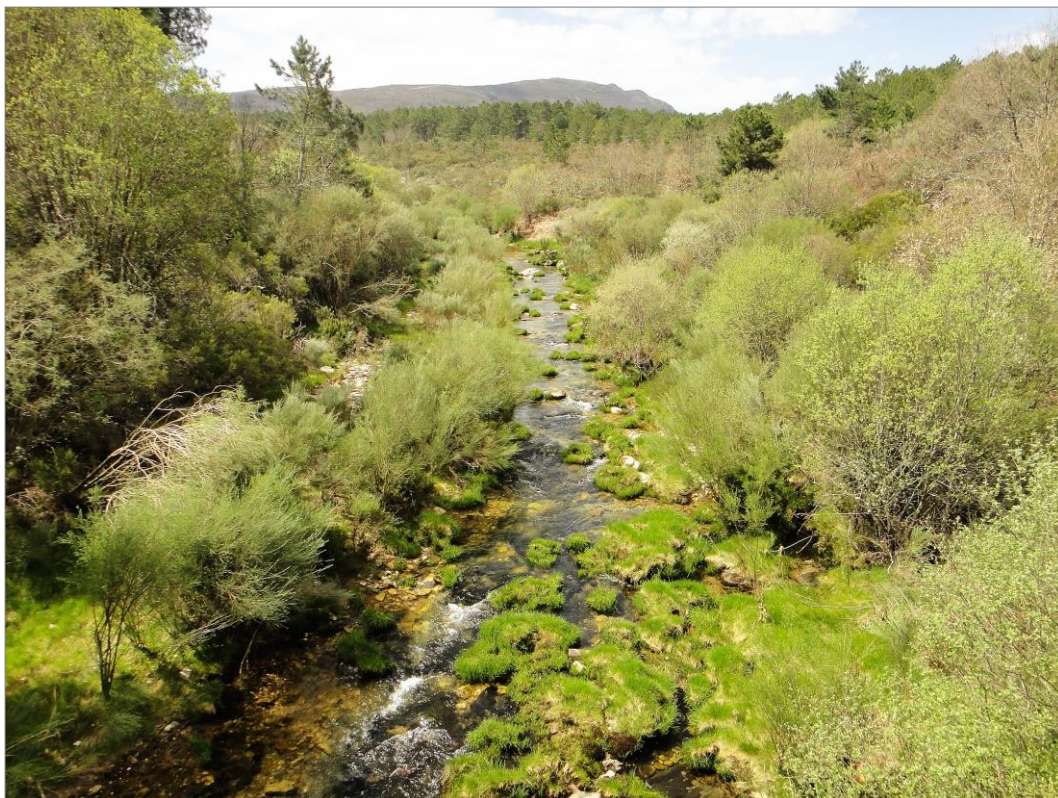


Figura 10. Localidad 6: río Rubioso en el término municipal de Navasfrías (Foto: T. Velasco-Villanueva)



Figura 11. Localidad 7: río Vegas en el municipio de Vegas de Domingo Rey (Foto: T. Velasco-Villanueva).

La estación 7 se ubica en el río Vegas, en el término municipal de Vegas de Domingo Rey, en la carretera CV-142 entre el kilómetro 9-10. Se trata de un tramo rectilíneo de orden 4, en el que abundan los cantos y placas. Su cauce es estrecho, de 3 m y sombrío a consecuencia de la aliseda que lo recorre longitudinalmente. A 90 m agua arriba el trazado se vuelve más sinuoso y desaparece el estrato arbóreo de ribera.

3.2. Características físicas y parámetros físico-químicos de los ríos estudiados

Los parámetros fisicoquímicos tienen un efecto importante en la vida acuática (WARD 1992; HAIDEKKER & HERING 2008; NICOLA *et al.* 2010; AKAAHAN *et al.* 2014), produciendo cambios en la composición y abundancia de los organismos (AZRINA *et al.* 2006). En las visitas a cada una de las estaciones fueron registrados *in situ* los siguientes parámetros.

Temperatura. Es una de las características más importantes del agua (WALLING & WEBB 1992), y que más afecta a los procesos vitales de los organismos vivos y propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. Las fluctuaciones en la temperatura del agua pueden ser más extremas en tramos altos, especialmente si están desprotegidas de vegetación u otra cobertura (GORDON *et al.* 1992).

Oxígeno disuelto (OD). Un adecuado nivel de oxígeno disuelto es necesario para una buena calidad del agua y absolutamente esencial para la supervivencia de muchos organismos acuáticos. Su concentración no sólo afecta a un gran número de procesos biológicos, sino también físicos y químicos, reflejando el balance entre los sistemas de producción y los de consumo (WALLING & WEBB 1992).

pH. Indica el grado de acidez o alcalinidad. El pH controla muchas reacciones químicas y la actividad biológica. El intervalo adecuado de concentración para que prolifere y se desarrolle la vida acuática oscila entre unos rangos bastante estrechos

(6,5 a 8,0) para la mayoría de los animales acuáticos, y fuera de éste la diversidad se ve reducida por estrés fisiológico (ROLDÁN 2003).

Conductividad eléctrica. Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica (KIELY 1999). Varía con el tipo y la cantidad de iones que contiene la solución, de forma que se producen diferencias según el caudal y la naturaleza geoquímica del terreno por el que circula la masa de agua (OSCOZ 2003) y por la temperatura (RAMÍREZ & VIÑA 1998).

Salinidad. Es una medida de la cantidad de sales disueltas en el agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas.

Sólidos totales disueltos. Son debidos a la materia coloidal en disolución como a la materia coloidal del agua.

El oxígeno disuelto y la temperatura se midieron con un oxímetro Crison Oxi 45+ (con precisión 0,1°C), el pH con un pH-metro modelo pH 25+ de Crison, y la conductividad, salinidad y sólidos totales disueltos con un conductivímetro Crison CM 35+.

3.3. Muestras biológicas: recolección e identificación

La recolección de larvas de odonatos llevó asociada en este estudio la captura del resto de invertebrados bentónicos que viven asociados a los distintos sustratos del ecosistema acuático (bentos) (ALONSO & CAMARGO 2005). Dentro de los invertebrados se diferencian los microinvertebrados, de tamaño normalmente <1 mm, constituidos por protozoos, nematodos, rotíferos, cladóceros, ostrácodos, copépodos e hidrácaros (ALONSO & CAMARGO 2005), y los macroinvertebrados bentónicos, definidos por GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO (1986) como aquellos que han sido retenidos por mallas de luz de 200 a 500 μm y que pueden ser observados a simple vista. Los macroinvertebrados constituyen uno de los grupos más ampliamente utilizado

para la evaluación del estado ecológico de las aguas por sus numerosas ventajas (BARBOUR *et al.* 1995). Todos los ejemplares fueron identificados a nivel taxonómico de Familia para posteriormente calcular los índices de calidad biológica de las aguas de donde fueron extraídos.

Las larvas de odonatos recolectadas en cada una de las estaciones muestreo, y por ende las del resto de macroinvertebrados bentónicos, fueron conservadas en alcohol al 70% y adecuadamente etiquetadas. Una vez en el laboratorio se procedió al lavado y filtrado de las muestras con tamices de diferente luz de poro, a fin de retirar el material inerte. Los macroinvertebrados existentes en cada una de las muestras fueron identificados mediante un estereoscopio *Olympus* mod. SZ2-LGB, y con las claves de identificación de TACHET *et al.* (2010) y OSCOZ *et al.* (2011). Las larvas del orden Odonata fueron identificadas hasta el nivel de especie con la ayuda de las obras de CARCHINI (1983), ASKEW (2004) y DIJKSTRA & LEWINGTON (2006). Para obtener información adicional sobre la temporada de crecimiento larval, también se recolectaron y estudiaron exuvias de estados finales previos encontrados en el agua. Las exuvias se conservaron en el campo en 70% de etanol y fueron identificadas a nivel de especie con la obra de DOUCET (2010).

3.4. Cálculo de índices biológicos de calidad de agua

Los indicadores tienen la capacidad de evaluar las condiciones biológicas de un ecosistema acuático al describir la estructura y la función de las comunidades acuáticas, de manera que permiten evaluar el estado de esas comunidades en respuesta a la perturbación o agentes estresantes (BARBOUR *et al.* 1996). Es imprescindible que el índice sea preciso para que los resultados se ajusten a una condición lo más real posible, y que el método sea simple de aplicar para obtener resultados rápidos (FIGUEROA *et al.* 2005).

Según BARBOUR *et al.* (1995), las condiciones que ha de cumplir un buen índice biológico son 1) ser relevante para la comunidad biológica bajo estudio, y para los objetivos específicos del programa de evaluación; 2) ser sensible a los agentes

estresantes; 3) ser capaz de proporcionar una respuesta que pueda ser discriminada de la variación natural; 4) ser medioambientalmente benigno, para poder medirlo en el ambiente acuático; y 5) tener un coste efectivo bajo por muestra.

Para determinar la calidad del agua se han utilizado los siguientes índices:

IBMWP. El índice IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party; ALBA-TERCEDOR *et al.* 2002) es una adaptación a la fauna de los ríos peninsulares del índice BMWP (ALBA-TERCEDOR *et al.* 1998). Se basa en la presencia/ausencia de los grupos taxonómicos de la población de macroinvertebrados bentónicos recolectados en cada localidad. Los grupos presentes en este índice tienen un valor del 1 al 10 (Tabla 2 en Anexos), de acuerdo con su tolerancia a la contaminación de las aguas en las que vive. Valores altos indican baja tolerancia a las perturbaciones y la necesidad de hábitats en condiciones muy específicas, mientras que valores bajos indican una alta capacidad para vivir bajo condiciones adversas. A partir de la suma total de los valores de los grupos presentes en cada una de las estaciones de muestreo, se procede a determinar el estado potencial ecológico de la masa de agua. Para ello es necesario tener en cuenta el valor de la condición de referencia según la tipología de río establecidas en el anexo III de la Orden ARM/2656/2008 (BOE 2008), y determinar los límites de cambio de las cinco clases de estado ecológico.

IASPT. El índice IASPT (Iberian Average Score per Taxon, ARMITAGE *et al.* 1983) se obtiene de dividir el valor resultante del índice IBMWP entre el número de taxones (usados para el cálculo del IBMWP) y muestra el valor medio de cada taxón presente en la localidad de estudio. Valores altos en el IASPT caracterizan las aguas limpias de cabecera con un número relativamente elevado de taxones con una alta puntuación, e implica que los taxones tienen una puntuación alta en el índice biótico IBMWP, independientemente del número de taxones recogidos. Este índice permite comparar zonas en las que el valor de IBMWP sea similar, para diferenciar los tramos en los que el IBMWP sea elevado por presentar pocas familias con alta puntuación, de aquellos en los que la puntuación elevada sea debida a la existencia de muchas familias con puntuación media o incluso baja (MÁRQUEZ-RODRÍGUEZ 2015). Además, el índice

IASPT es relativamente independiente del tamaño de la muestra, de la técnica de muestreo y de la variación de la estación, teniendo por ello una menor dependencia del número de taxones capturados, lo que le hace tener muchas de las características deseables para un índice de calidad del agua (PINDER *et al.* 1987; METCALFE 1989).

Número de Taxones. El número o riqueza de taxones que se encuentra en las muestras es otro indicador usado en estudios de macroinvertebrados bentónicos (AZRINA 2006; NAKANO *et al.* 2006; CLARKE *et al.* 2008). También ha sido utilizado para estimar el estado del hábitat, teniendo en cuenta que un tramo heterogéneo, con alta calidad del agua, permitirá la existencia de un mayor número de taxones y una mayor biodiversidad que un tramo contaminado (TORRALBA-BURRIAL 2009). En principio, valores bajos en este índice pueden no ir asociados a procesos de contaminación y darse en condiciones naturales (GARCÍA DE JALÓN & DEL TANAGO 1986), e incluso este valor puede depender en buena parte del esfuerzo de muestreo, por lo que se recomienda no comparar muestras que hayan sido recogidas con metodologías diferentes. Para su cálculo en este estudio se han tenido en cuenta exclusivamente aquellos taxones incluidos en el índice IBMWP.

EPT y OCH. El índice EPT (número de familias de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros, por lo general estas familias son más sensibles a las perturbaciones de los ecosistemas acuáticos) y el índice OCH (número de familias de Odonatos, Coleópteros y Heterópteros) son índices también utilizados en estudios sobre macroinvertebrados bentónicos (MONTES *et al.* 1982, NEDEAU *et al.* 2003; VALLADOLID *et al.* 2015). Los valores altos de EPT se asocian a medios lóticos, mientras que los valores altos de OCH corresponden con condiciones típicas de sistemas lénticos.

ISOI. El índice ISOI (Iberian Stream Odonatological Index; FERRERAS-ROMERO 2013) se establece para valorar la calidad de las aguas teniendo en cuenta las larvas y exuvias pertenecientes al Orden Odonata identificadas hasta nivel de especie. Los valores son comparables a los obtenidos con la aplicación del índice IBMWP. En función del valor final se obtiene una clase de calidad de agua y un color (Tabla 3). Su cálculo se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{ISOI} = (F + G) / 2 * (3S + 0,3T + R) / N$$

donde F es el número de familias de odonatos recolectadas, G es el número de géneros, S es el número de especies semivoltinas o partivoltinas, T es el número de especies termófilas (ausentes en el área de estudio), R es el número de las demás especies (ni semi-partivoltinas ni termófilas) y N es el número total de especies.

Tabla 3. Límites y clases de calidad de agua utilizando ISOI en cursos fluviales ibéricos (FERRERAS-ROMERO 2013).

ISOI	Calidad	Color
$x < 3$	Mala	Rojo
$3 \leq x < 5$	Pobre	Naranja
$5 \leq x \leq 8$	Moderada	Amarillo
$8 < x \leq 12$	Buena	Verde
$12 < x \leq 17$	Alta	Azul
$x > 7$	Excelente	Azul

IMMi–L. El índice IMMi–L cumple los requisitos de la Comisión Europea para evaluar el estado de la calidad del agua en los ríos mediterráneos españoles, y, como todos los índices multimétricos, se basa en la capacidad de una combinación numérica de datos para detectar diversos tipos de presiones o alteraciones (MUNNÉ & PRAT 2009). El índice IMMi–L utiliza datos cualitativos, que son una combinación de cuatro métricas diferentes con pesos diferentes (Tabla 4). De estas cuatro, tres métricas se han visto anteriormente (número de taxones/familias, el índice EPT y el IASPT) y la cuarta supone el porcentaje del número de familias de macroinvertebrados bentónicos que más habitualmente están presentes en los ríos mediterráneos y son característicos de tramos inalterados, referido como los principales grupos taxonómicos (PGT). Los PGT seleccionados fueron: todas las familias del Orden Plecoptera, las familias Leptophlebiidae, Ephemerellidae y Heptageniidae del Orden Ephemeroptera; las familias Philopotamidae, Limnephilidae, Psychomyiidae, y Sericostomatidae del Orden

Trichoptera; Elmidae, Dryopidae del Orden Coleoptera, y la Familia Athericidae del Orden Diptera.

Tabla 4. Combinación de las métricas y el peso que confiere cada una en el cálculo del índice multimétrico IMMi-L.

Combinación de métrica	Peso de cada métrica
Número de Familias	0,15
EPT	0,25
IASPT	0,35
Porcentaje de PGT seleccionados	0,25

3.5. Análisis biométrico de larvas de los odonatos *Boyeria irene* y *Onychogomphus uncatus*.

En el laboratorio las larvas de *B. irene* y *O. uncatus* fueron medidas en un estereoscopio binocular Nikon SMZ800 con micrómetro ocular. Las mediciones realizadas fueron ancho cefálico (AC) y longitud de pteroteca (metatorácica posterior) (LPt), en caso de estar presente (FERRERAS-ROMERO 1997). La relación LPt/AC también se calculó para ayudar en la asignación de estados (TENNESSEN 2017) y se registró la cobertura de segmentos abdominales por la pterotecas. De cada exuvia recolectada en el agua también se registró el AC, aunque aproximadamente, ya que la cápsula de la cabeza se divide durante la escisión. Sobre la base de estos datos, cada larva y exuvia se asignó a uno de los últimos cinco estados larvales o se designó como 'smaller larva'. Aquí seguimos la práctica común, designando los estados final, penúltimo y anterior como F-0, F-1, F-2, etc. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el número total de estados en Odonata es variable (CORBET 1999, 2002).

En *B. irene* el sexo de cada larva se determinó de acuerdo con la presencia (hembra) o ausencia (macho) de gonapófisis en la superficie ventral de los segmentos abdominales octavo y noveno. En *O. uncatus*, las larvas machos en el estadio larval final se identificaron por la presencia de pliegues sutiles en la cutícula existente en el lado ventral del segundo segmento abdominal.

La presencia o ausencia de una gruesa capa de partículas alóctonas en la superficie del cuerpo, especialmente en la superficie ventral abdominal, de las larvas de los últimos tres (*B. irene*) y dos (*O. uncatus*) estados larvarios dieron una indicación de cuán recientemente una larva había mudado. La asignación de larvas a categorías, presentadas como larvas "limpias" y "sucias", no se basó en criterios cuantificables (FERRERAS-ROMERO & CORBET 1999).

Para estimar aproximadamente el comienzo de la emergencia adulta de las dos especies, se realizaron recolecciones quincenales de exuvias durante junio y julio de 2013, y otra búsqueda a finales de julio de 2014. Para estimar el final de la emergencia, tres muestreos adicionales, exclusivamente para la recolección de exuvias F-0, se llevaron a cabo en agosto y septiembre de 2017.

Resultados

4. Resultados

4.1. Características físicas de los ríos y de sus aguas

Los datos físico-químicos registrados puntualmente cuatro veces al año en las siete localidades se muestran en la Tabla 5. En general las variables físico-químicas presentaron ciertas diferencias temporales achacables a las variaciones de caudal debidas al régimen de precipitaciones.

Los valores de oxígeno disuelto mostraron unos niveles altos, entre los 8 y 13 mg/l, en todas las localidades. En primavera (abril) y especialmente en invierno (enero) fueron más elevados, alcanzándose en las localidades 3 y 4 concentraciones de 13,33 y 13,18 mg/l respectivamente. Los registros más bajos se dieron principalmente en otoño (septiembre) y en verano (junio), cuando el caudal alcanza sus mínimos. En estos dos períodos las concentraciones fueron inferiores a 10 mg/l, y el valor más bajo fue detectado en la localidad 1 (8,13 mg/l).

Como era de esperar, la temperatura presentó en las siete localidades unos máximos en verano, próximos a los 20 °C, y mínimos en invierno, por debajo de 7 °C en algunos casos. La amplitud térmica llegó incluso a alcanzar hasta 15 °C de diferencia en algunas localidades.

Los valores de pH fueron propios de aguas ligeramente ácidas, asociados a la naturaleza silíceas del sustrato, con algunos valores en primavera y otoño próximos a la neutralidad. Sólo en la localidad 6, ubicada en el río Rubioso, fueron detectados valores más bajos al resto de localidades en dos momentos puntuales (5,2 en invierno y 5,5 en verano). La mayoría de las localidades obtuvieron resultados dentro de un rango de 6,5 y 8,7 correspondientes a una clase de estado “muy bueno” y unas pocas localidades (2, 4 y 5 en verano, y 2 en otoño) entre 6 y 6,4 asociados a una clase de estado “bueno” según lo establecido en la Orden ARM/2656/2008 (BOE 2008).

La conductividad presentó valores bajos, normales para el terreno por el que circula el agua, entre 9 y 48 $\mu\text{s/cm}$. Los valores más bajos se registraron en la localidad 6 (8,99 y 10,20 $\mu\text{s/cm}$), y los más altos en las localidades 5 (46,00 $\mu\text{s/cm}$) y 7 (48,20 $\mu\text{s/cm}$). En invierno se observan los valores mínimos que parecen aumentar en primavera y verano, hasta alcanzar los valores máximos en otoño. Según GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO (1996), los tramos altos del río Águeda con una vegetación desarrollada se caracterizan por unas aguas con una mineralización débil y productividad media. La mineralización del agua es una variable clave en la composición de las comunidades biológicas en los ríos y en cuencas no alteradas por la acción humana, y depende fundamentalmente de la litología de la cuenca.

La salinidad es una variable que está muy relacionada con la conductividad, de modo que todos los valores registrados también fueron bajos y presentaron una misma dinámica de variaciones con respecto a las estaciones del mismo modo que lo hizo la conductividad. La mayoría de los registros oscilaron en un rango entre 6,77 y 14,11 mg/l. No obstante, registros iguales o inferiores a una concentración de 6 mg/l fueron medidos en invierno en las localidades 2 y 3, y en la localidad 6 durante las cuatro épocas del año. Registros por encima de este rango fueron medidos en las localidades 5 (23,30 mg/l) y 7 (24,60 mg/l), que resultaron ser las localidades con los registros más altos con respecto al resto. Lo mismo ocurrió con los sólidos disueltos, cuyo rango estuvo entre 6,56 y 19,30 mg/l, con valores inferiores en la estación 3 (2,20 mg/l) y superiores en las localidades 5 (31,90 mg/l) y 7 (31,40 mg/l).

En la Figura 12 se muestran los valores mensuales de temperatura registrados en las localidades 1 y 2, ríos Agadón y Frío, seleccionados para establecer y estudiar los ciclos biológicos de las especies de larvas de odonatos de *Boyeria irene* y *Onychogomphus uncatulus*.

Tabla 5. Datos físico-químicos [OD: oxígeno disuelto (mg/l); T^a: temperatura del agua (°C); pH; EC: conductividad (µs/cm); Sal: salinidad (mg/l); y STD: sólidos totales disueltos (mg/l)] registrados en las siete estaciones de muestreo durante el verano y otoño de 2012 y el invierno y primavera de 2013.

	Verano-2012						Otoño-2012						Invierno-2013						Primavera-2013					
Estación	OD	T ^a	pH	EC	Sal	STD	OD	T ^a	pH	EC	Sal	STD	OD	T ^a	pH	EC	Sal	STD	OD	T ^a	pH	EC	Sal	STD
01	8,35	20,40	6,79	49,30	23,10	31,70	8,13	17,40	6,57	30,50	14,11	19,30	12,84	7,80	7,38	18,44	8,50	11,79	9,55	11,03	7,66	22,50	10,46	14,54
02	9,42	17,80	6,41	11,93	6,98	9,78	9,34	13,60	6,29	16,67	7,69	12,68	11,97	10,01	6,50	13,18	6,04	8,44	9,46	15,10	6,89	14,74	6,77	9,43
03	9,70	18,60	6,48	19,22	8,82	12,33	9,58	17,70	7,79	22,40	10,38	14,37	13,33	7,00	7,01	12,25	<6,00	8,20	9,96	14,73	6,62	15,98	7,36	10,23
04	9,40	18,60	6,35	18,26	8,48	11,68	9,07	17,30	6,50	20,20	9,33	12,93	13,18	6,80	7,02	14,08	6,88	8,99	10,27	13,23	6,93	15,18	6,98	9,72
05	9,30	17,70	6,28	24,00	11,24	15,55	8,89	13,50	6,99	46,00	23,30	31,90	12,77	8,20	6,94	21,40	9,97	13,75	10,31	14,80	7,53	21,90	10,16	14,07
06	9,98	19,20	5,50	11,49	<6,00	7,35	9,03	18,40	7,89	8,99	<6,00	7,76	10,88	8,88	5,15	10,20	<6,00	6,56	10,03	13,57	7,30	11,22	<6,00	7,10
07	9,82	18,90	6,45	23,60	10,97	15,15	10,10	17,90	8,37	48,20	24,60	31,40	12,03	10,00	6,87	18,67	8,38	11,62	10,17	11,23	6,80	21,30	9,84	13,62

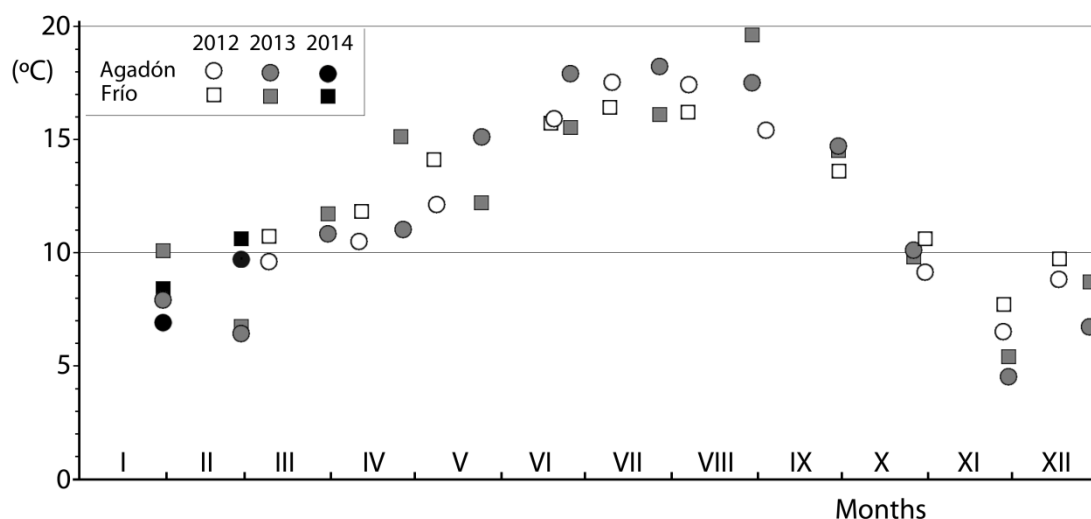


Figura 12. Registros mensuales de la temperatura del agua (°C) en el río Frío y Agadón, desde marzo de 2012 hasta febrero de 2014. (Fuente: T. Velasco-Villanueva).

La temperatura más alta del agua registrada en el río Frío fue 19 °C (agosto de 2013) y 16 °C (julio y agosto de 2012, julio de 2013) y la más baja 5 °C (noviembre de 2013). La temperatura más alta del agua registrada en el río Agadón fue 18 °C (julio de 2013) y 17 °C (julio y agosto de 2012, junio y agosto de 2013) y la más baja fue 4 °C (noviembre de 2013).

4.2. Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados bentónicos que habitan en el fondo de los ríos viven en interacción constante con su hábitat físico determinado. La estructura de la comunidad evoluciona paralelamente a lo largo del tiempo reflejando los cambios producidos en el medio acuático, ya sea por las variaciones estacionales o por procesos de contaminación.

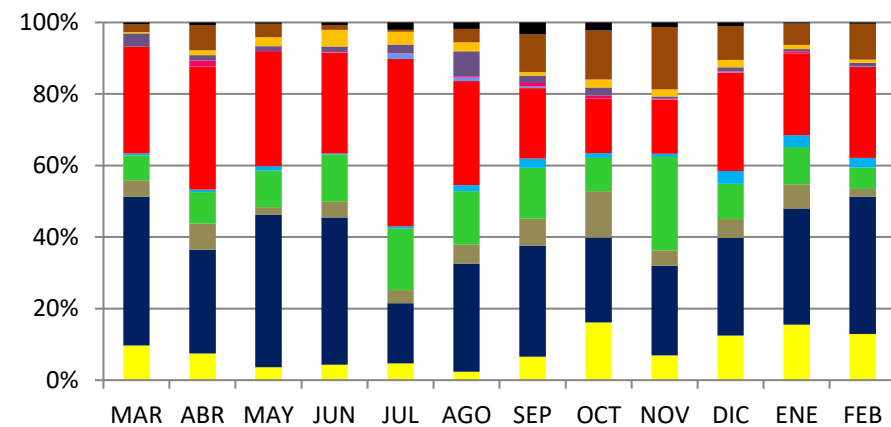
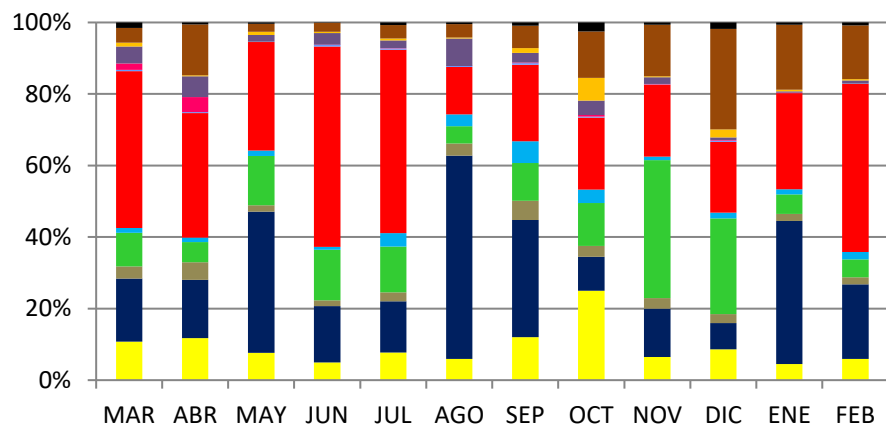
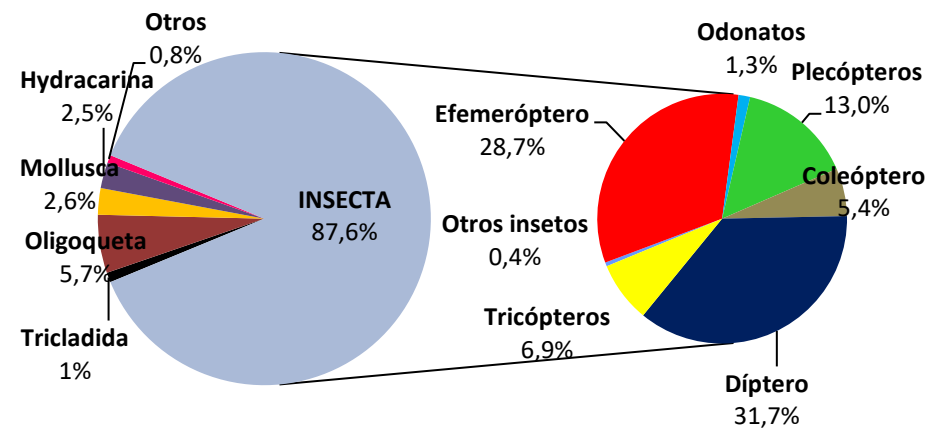
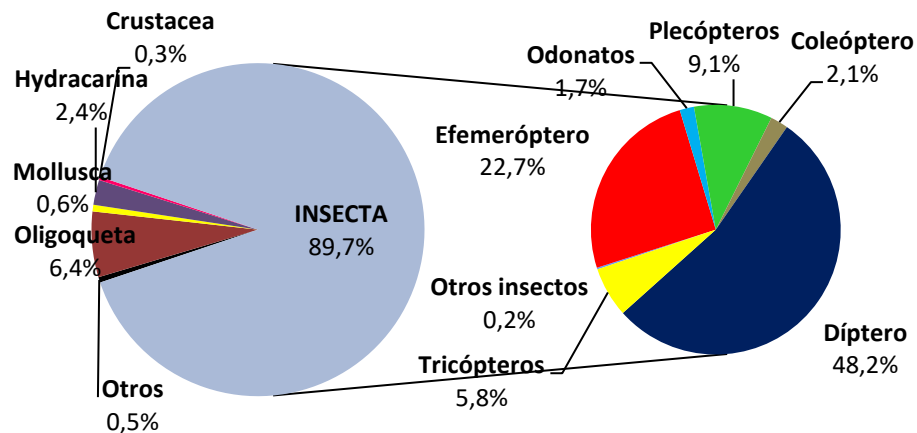
4.2.1. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados que los habitan (nivel taxonómico de Familia)

En el total de muestras analizadas (48 muestras de las localidades 1 y 2 y 20 muestras de la localidad 3 a la 7) fueron identificados un total 137.835 ejemplares y 86 taxones repartidos entre los *phyla* Platyhelminthes, Nematelminthes, Annelida, Mollusca, y Arthropoda (Tabla 6), de los cuales 5 fueron microinvertebrados (Nematoda o Nematelmintos, Cladocera, Ostracoda, Copepoda e Hydracarina) y 82 fueron taxones incluidos en el índice ibérico IBMWP. Del total de ejemplares, 108.717 ejemplares (78,9 % del total) y 83 taxones (96,5 % del total) pertenecieron a las localidades 1 y 2 (río Agadón y Frío).

La estructura de la comunidad de invertebrados acuáticos en las localidades 1 y 2 resultó muy similar. De los cinco *phyla* presentes, el *phylum* Arthropoda constituyó el grueso de la población, en donde la Clase Insecta supuso más del 87% de los ejemplares (Figura 13), como también en la mayoría de las localidades muestreadas durante el otoño del 2012 y primavera del 2013, salvo en la localidad 5 (arroyo Perosín) donde fue algo inferior (71,3%) (Figura 14). Dentro de los insectos se registraron 12 órdenes: Collembola, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera (Suborden Heteroptera), Megaloptera, Neuroptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera y Trichoptera. Los órdenes Diptera y Ephemeroptera fueron los más abundantes en número de ejemplares en los ríos Agadón y Frío (Figura 13), al igual que en las otras localidades muestreadas, excepto en la localidad 6 (río Rubioso), donde los plecópteros y los efemerópteros presentaron valores muy altos y similares (Figura 14). En cambio los órdenes Trichoptera y Diptera fueron los que mayor número de familias aportaron al conjunto total de macroinvertebrados bentónicos (Tabla 7), y también al total de las muestras mensuales de los ríos Agadón y Frío (Figura 15).

Tabla 6. Taxones encontrados en cada punto de muestreo para el período marzo 2012 a febrero de 2014 en las localidades 1 y 2, y en otoño (septiembre) de 2012 y primavera (abril) de 2013 en las localidades 3, 4, 5, 6 y 7.

Taxón	1	2	3	4	5	6	7	Taxón (cont)	1	2	3	4	5	6	7
TRICLADIDA								MEGALOPTERA							
Dugesidae	+	+	+	+			+	Sialidae	+	+	+		+	+	+
Planariidae	+	+	+	+	+	+		NEUROPTERA							
NEMATELMINTOS	+	+	+	+	+	+	+	Osmylidae	+	+					
OLIGOCHAETA	+	+	+	+	+	+	+	COLEOPTERA							
HIRUDINEA								Chrysomelidae	+	+	+	+			+
Erpobdellidae	+	+	+	+	+		+	Curculionidae		+				+	
Glossiphoniidae	+	+		+	+		+	Dytiscidae	+	+	+	+	+	+	+
MOLLUSCA								Elmidae	+	+	+	+	+	+	+
Ancylidae	+	+	+	+	+		+	Gyrinidae	+	+	+	+	+	+	+
Planorbidae	+	+						Haliplidae	+						+
Sphaeriidae	+	+	+	+	+		+	Helophoridae	+						
HYDRACARINA	+	+	+	+	+	+	+	Hydraenidae	+	+	+	+		+	+
OSTRACODA	+	+						Hydrochidae		+				+	
COPEPODA	+	+	+	+	+	+	+	Hydrophilidae	+			+			+
ISOPODA								Scirtidae (=Helodidae)	+	+	+	+		+	+
Asellidae	+						+	DIPTERA							
CLADOCERA	+	+	+	+	+		+	Anthomyiidae	+	+		+			
COLLEMBOLA	+	+	+				+	Athericidae	+	+	+	+		+	+
EPHEMEROPTERA							+	Blephariceridae	+	+	+				
Baetidae	+	+	+	+	+	+	+	Ceratopogonidae	+	+	+	+	+	+	+
Caenidae	+	+	+	+	+		+	Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+
Ephemerellidae	+	+	+	+	+	+	+	Culicidae		+			+		
Ephemeridae			+		+			Dixidae	+	+				+	+
Heptageniidae	+	+	+	+	+	+	+	Empididae	+	+	+	+	+	+	+
Leptophlebiidae	+	+	+	+	+	+	+	Limoniidae	+	+	+	+		+	+
Siphonuridae	+	+	+		+			Psychodidae	+	+	+	+		+	+
ODONATA							+	Rhagionidae	+	+	+				+
Aeshnidae	+	+	+	+	+	+	+	Simuliidae	+	+	+	+	+	+	+
Calopterygidae	+	+	+	+		+		Tabanidae	+	+		+	+	+	
Coenagrionidae	+	+	+	+		+		Tipulidae	+	+	+				+
Cordulegastridae	+	+		+		+	+	LEPIDOPTERA							
Gomphidae	+	+	+	+	+	+		Pyalidae	+	+			+	+	
Platycnemidae			+					TRICHOPTERA							
PLECOPTERA								Beraeidae	+	+		+	+		
Capniidae	+	+			+			Brachycentridae	+	+	+			+	
Chloroperlidae	+	+		+	+	+	+	Calamoceratidae	+	+			+		+
Leuctridae	+	+	+	+	+	+	+	Glossosomatidae	+	+	+	+	+		+
Nemouridae	+	+	+	+	+	+	+	Goeridae	+	+	+	+	+		
Perlidae	+	+	+	+			+	Hydropsychidae	+	+	+	+		+	+
Perlodidae	+	+	+	+	+	+	+	Hydroptilidae	+	+	+	+			+
Taeniopterygidae	+	+					+	Lepidostomatidae		+					
HETEROPTERA								Leptoceridae	+	+	+	+	+		+
Aphelocheiridae	+	+	+	+			+	Limnephilidae	+	+	+	+	+	+	+
Corixidae	+	+	+	+	+		+	Odontoceridae						+	
Gerridae	+	+				+	+	Philopotamidae	+	+	+	+		+	+
Hydrometridae	+							Polycentropodidae	+	+	+	+	+	+	+
Mesoveliidae		+						Psychomyiidae	+	+	+		+	+	+
Naucoridae			+		+			Rhyacophilidae	+	+	+	+	+	+	
Notonectidae	+							Sericostomatidae	+	+	+	+	+		



■ Otros ■ Oligoqueta ■ Mollusca ■ Hydracarina ■ Crustacea ■ Otros insectos ■ Efemeróptero ■ Odonatos ■ Plecópteros ■ Coleóptero ■ Díptero ■ Tricópteros

Figura 13. Representación de los porcentajes totales y mensuales de los ejemplares por grupo taxonómico recolectados desde marzo de 2012 a febrero de 2014 en la localidad 1(imagen superior e inferior izquierda) y localidad 2 (imagen superior e inferior derecha).

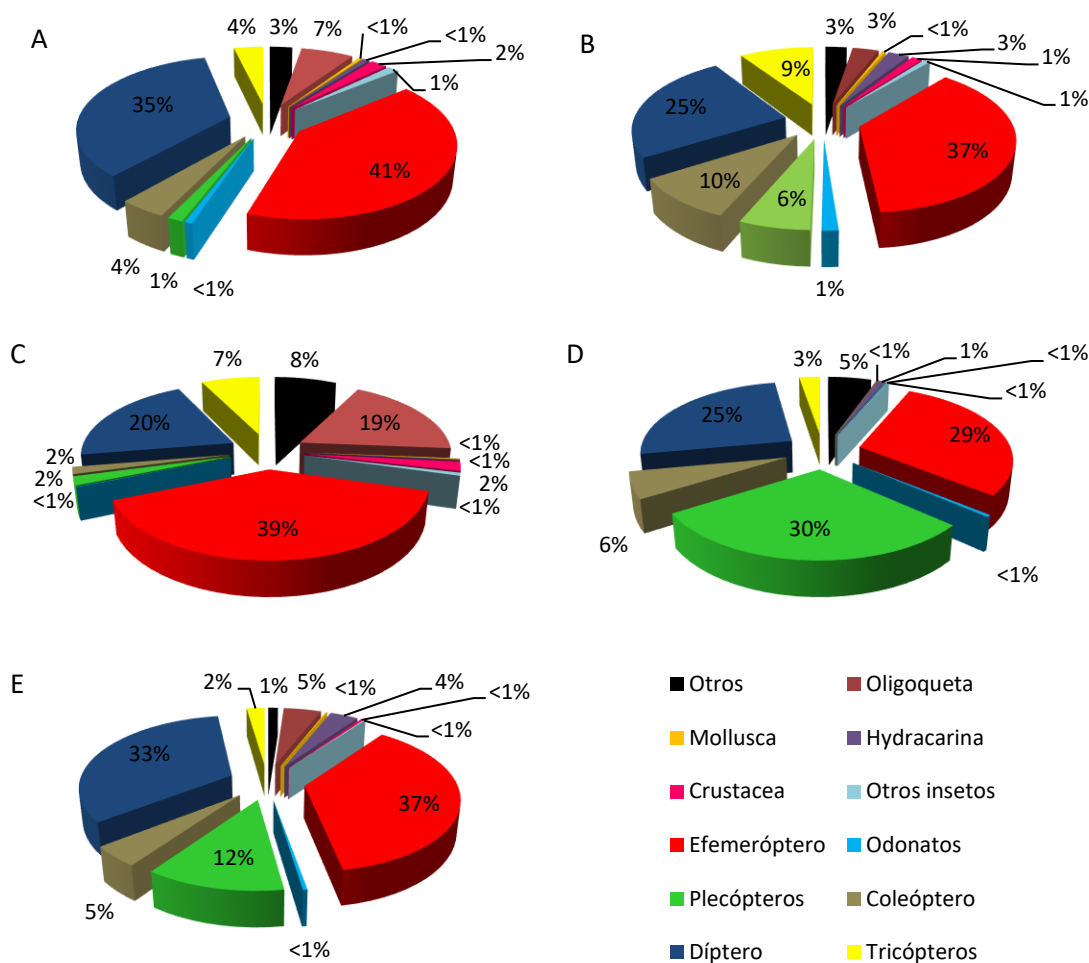


Figura 14. Representación del porcentaje de los ejemplares por grupo taxonómico de la poblaciones totales de invertebrados bentónicos presentes en las cinco localidades estudiadas durante el otoño de 2012 y primavera de 2013 (A: localidad 3; B: localidad 4; C: localidad 5; D: localidad 6; E: localidad 7).

A continuación se describen brevemente las familias presentes en estos ríos, ordenadas por filos.

Phylum Platyhelminthes, Orden Tricladida

Son animales comúnmente conocidos como gusanos planos por su aplanamiento en sentido dorso-ventral. Están desprovistos de apéndices y segmentación aparente. La boca se dispone en la zona ventral en una posición intermedia, en la zona anterior dorsal posee ocelos simples que solo reciben luz y no dan imágenes. Los hay terrestres, marinos y de agua dulce. Los que habitan en agua dulce se alimentan de oligoquetos, de

larvas de los primeros estados de insectos y crustáceos, y ejemplares heridos de otros grupos (GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO 1986). En la península ibérica han sido principalmente estudiados en el sector central del Sistema Central (GAMO 1987; GAMO & NOREÑA-JANSSEN 1998), Extremadura (NOREÑA *et al.* 1999), y en la región mediterránea de Cataluña y Baleares (VILA-FARRÉ *et al.* 2008; MATEOS *et al.* 2009; VILA-FARRÉ *et al.* 2010). En la zona de estudio estuvieron presentes las familias Planariidae (género *Polycelis*) y Dugesidae (género *Dugesia*) (Figura 16) en la mayoría de las localidades estudiadas. Por el contrario la Familia Dendrocoelidae no fue detectada a pesar de encontrarse ejemplares de la Familia Asellidae (Orden Crustacea), cuyo binomio es común en los ríos del norte de Cataluña (PUIG 1999).

Phylum Nematelminthes

Conocidos como nematodos o nematelmintos, tienen aspecto vermiforme, redondeados, la mayoría no segmentados, de longitud entre 1-2 mm a pocos cm, y extremos puntiagudos (Figura 17). Constituyen un interesante filo de invertebrados que se caracteriza por su elevada diversidad y abundancia (AGUADO *et al.* 2011). Son organismos comunes y abundantes en aguas dulces que pueden ocupar cualquier medio dentro de un río, pero debido a su pequeño tamaño generalmente pasan desapercibidos. Su alimentación es muy variada y pueden ser depredadores, fitófagos o parásitos (TIERNO DE FIGUEROA *et al.* 2007). Los estudios taxonómicos y ecológicos de nemátodos dulceacuícolas en la península ibérica siguen ampliándose hasta nuestros días (PEÑA-SANTIAGO *et al.* 2006; JIMÉNEZ-GUIRADO *et al.* 2007; MORALES *et al.* 2017). Es un taxón que no está presente en los índices de rápida aplicación para la valoración del estado ecológico de los ríos (por ejemplo, IBMWP) (MINISTERIO DE AGRICULTURA ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE 2013), a pesar de ser considerado un buen indicador de las aguas (ZULLINI 1976). Su ausencia podría estar motivada además por los argumentos esgrimidos por MORALES *et al.* (2017): dificultad de muestreo, determinación taxonómica y ausencia de claves ibéricas específicas. En la zona de estudio su presencia fue notable, y fue detectado en la totalidad de las localidades muestreadas, aún teniendo en cuenta su pequeño tamaño.

Tabla 7. Número de familias recolectadas según el orden y localidad estudiada.

Orden	Localidades						
	1	2	3	4	5	6	7
Ephemeroptera	6	6	7	5	7	4	5
Odonata	5	5	4	5	2	5	2
Plecoptera	7	7	4	5	5	4	6
Heteroptera	4	4	3	2	2	1	3
Megaloptera	1	1	1	0	1	1	1
Neuroptera	1	1	0	0	0	0	0
Coleoptera	9	8	6	7	3	7	8
Diptera	13	14	10	9	6	9	10
Lepidoptera	1	1	0	0	1	1	0
Trichoptera	14	15	12	11	10	8	9

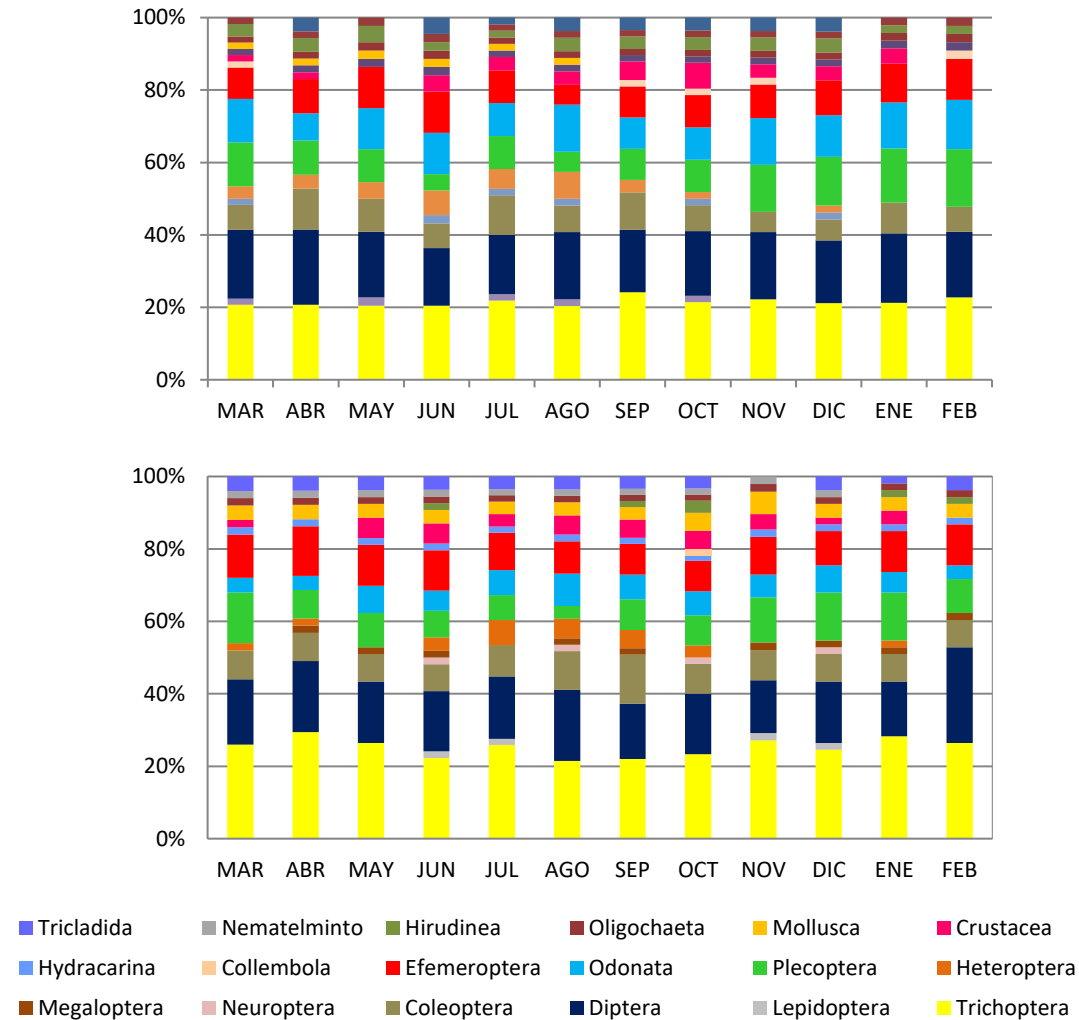


Figura 15. Representación mensual del porcentaje de familias (%) de cada Orden en la comunidad de invertebrados bentónicos de las localidades 1 (histograma superior) y 2 (histograma inferior).

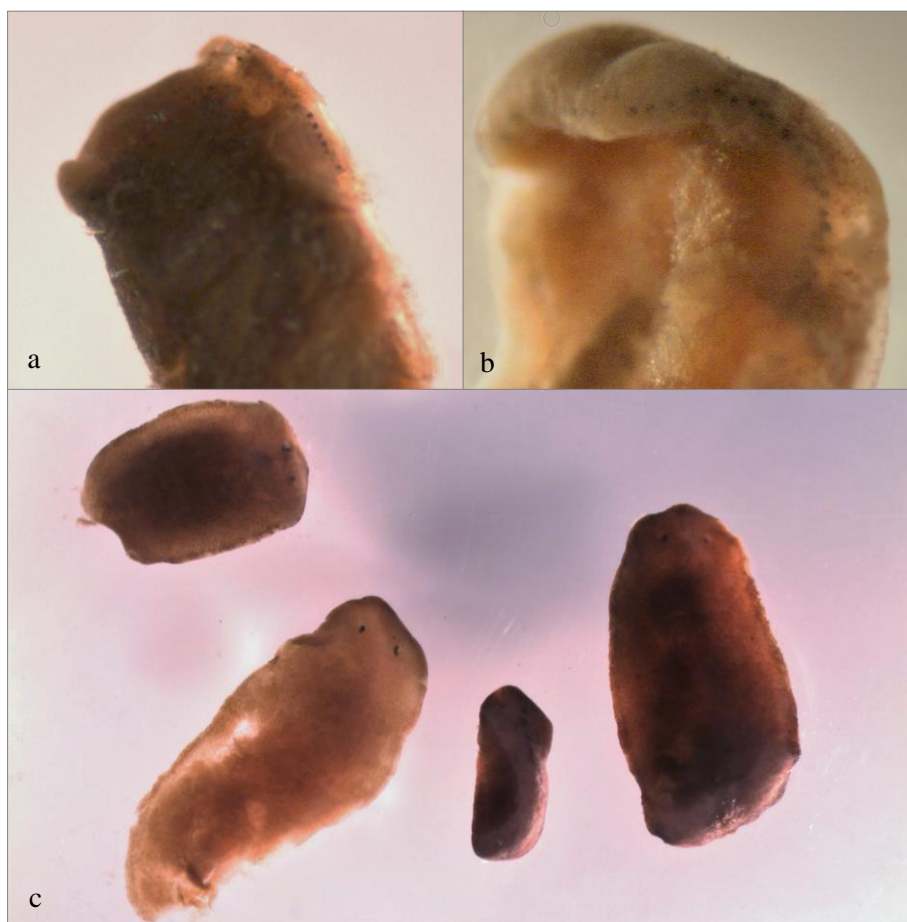


Figura 16. Familia Planariidae (género *Polycelis*) con su característica hilera de ocelos dispuesta en el margen anterior del cuerpo (a y b) y Familia Dugesiidae (género *Dugesia*) con dos ocelos (c), recolectadas en junio y agostos de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Phylum Annelida

Este filo incluye animales en forma de gusano, de sección redondeada, y segmentados. En la zona de estudio estuvieron presente dos grupos: los oligoquetos (Clase Oligochaeta) e hirudíneos (Clase Hirudinea) (Figura 17). Los oligoquetos, adaptados a muy diferentes ambientes, son un grupo eminentemente detritívoro. Este grupo fue encontrado en todas las localidades, pese a que son abundantes en aguas estancadas o tramos bajos con microhábitats polisapróbicos (ROLDÁN 1999; PAVE & MARCHESE 2005; ZAMORA-MUÑOZ & ALBA-TERCEDOR 1996; OSCOZ 2008). No se le considera útil como indicador de alta calidad, de modo que recibe una de las más bajas puntuaciones en los índices creados para el ámbito ibérico. Los hirudíneos, también

llamados sanguijuelas, se caracterizan por un aplanamiento dorsoventral y estar provistos de dos ventosas (en la parte posterior y anterior de la boca) para alimentarse y desplazarse. Este grupo incluyó representantes de la Familia Glossiphoniidae, propia de los tramos altos de las cuencas fluviales (PUIG *et al.* 1999), y de la Familia Erpobdellidae, salvo en la localidad 6.



Figura 17. Detalle de los extremos puntiagudos del cuerpo vermiforme de un ejemplar del *Phylum Nematelminthes* no segmentado recolectado en agosto de 2012 en el río Agadón (a) en contraposición del cuerpo segmentado y con quetas poco numerosas de los oligoqueto (b)s recogidos en el río Frío en la misma fecha, e imagen del cuerpo contráctil con ausencia de sedas de un ejemplar de la Familia Erpobdellidae (Clase Hirudinea) (c) recolectado en el río Frío el 31 de octubre de 2012 (d) y de la parte ventral de un ejemplar de la Familia Glossiphoniidae (Fotos: T. Velasco-Villanueva).

Phylum Mollusca

Dentro de los moluscos dulceacuícolas se distinguen dos grupos: los gasterópodos (Clase Gastropoda), que incluyen a los caracoles y lapas de río, y los bivalvos (Clase Bivalvia). El primer grupo estuvo representado por dos familias

herbívoras de macrófitas y de restos vegetales (GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO 1986):

- a) Familia Planorbidae (género *Planorbis*). Es habitual de fondos fangosos o con limo asociado a raíces y hojas de macrófitas. Puede encontrarse en masas de agua con caudal generoso y lagos, y soportar situaciones de fuerte polución orgánica (OSCOZ 2008). Incluye también especies que viven en pequeños ríos de aguas limpias de escasa corriente (GÓMEZ & SERNA 2006). En la zona fue localizada en las localidades 1 y 2.
- b) Familia Ancyliidae (*Ancylus fluviatis*) (Figura 18). Es considerada el grupo de moluscos más reófilos de los gasterópodos fluviales. Vive adherida a piedras, rocas u otros sustratos sólidos (PUIG *et al.* 1999; SOLER *et al.* 2006) en tramos de ríos de altitudes variables sin problemas aparentes de contaminación (CASADO *et al.* 1990; OSCOZ *et al.* 2004). Esta familia estuvo presente en todas las localidades salvo en la 6.

El segundo grupo comprende las almejas y mejillones de río, que se alimentan por filtración de la materia orgánica en suspensión. La Clase Bivalva únicamente incluyó ejemplares de la Familia Sphaeriidae. Estos se caracterizan por su color blanquecino y pequeño tamaño y suelen encontrarse semienterrados en los sedimentos finos de una gran variedad de hábitats acuáticos. En la zona de estudio estuvieron presentes en todas las localidades.

Phylum Arthropoda

Este filo es considerado el más numeroso y diverso de todos, y el que mayor radiación adaptativa ha sufrido (PADILLA & CUESTA 2003) y, aunque es fundamentalmente terrestre, constituye más del 68% de la fauna europea dulceacuícola, lo que indica el importante papel que desempeñan en el correcto funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (MORA 1997; RIBERA & FOSTER 1997).

Los artrópodos incluyen tres grandes grupos: Subphylum Crustacea, Clase Insecta y Clase Arachnida.

Subphylum Crustacea. Aunque es un grupo eminentemente marino, tienen una importante representación en las aguas continentales y muchos de ellos son un componente esencial del zooplancton. Entre los grupos de crustáceos se encontraron Copépodos, Cladóceros y Ostrácodos. Estos pequeños crustáceos primitivos ocupan un amplio rango de hábitats diferentes en un río y se alimentan por filtración de algas unicelulares (PUJANTE-MORA 1997; TIERNO DE FIGUEROA *et al.* 2007). De entre estos tres taxones, los copépodos fueron más abundantes, y los ostrácodos los que menos, presentes éstos tan sólo en las localidades 1 y 2 (Figura 19), donde se empleó más esfuerzo y tiempo de muestreo. También estuvo presente la Familia Asellidae del Orden Isopoda (grupo de los Malacostráceos), caracterizado por su pequeño tamaño y un aplanamiento dorsoventral localidad 1 (Agadón).

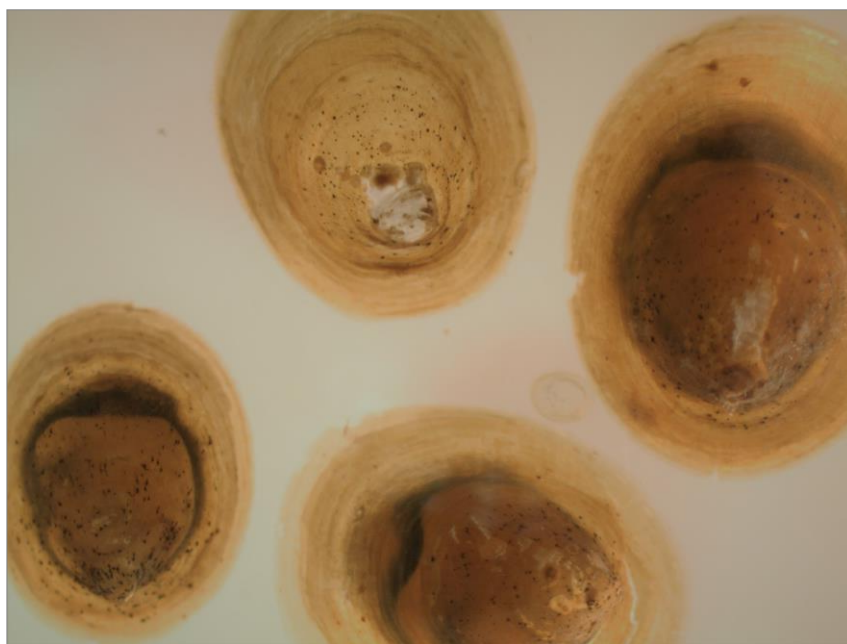


Figura 18. Moluscos gasterópodos pulmonados de la especie *Ancylus fluviatilis* recolectados en junio de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Clase Arachnida. Los ácaros (Subclase Acari), son el grupo más diverso y abundante de la Clase Arachnida. Han logrado colonizar casi todos los ambientes conocidos, tanto terrestres como acuáticos, y son posiblemente el taxón más disperso y más adaptable dentro de los artrópodos conocidos (SMITH *et al.* 2001) debido a la importante función que desempeñan en los ecosistemas acuáticos, como depredadores,

ectoparásitos y presas (PUJANTE-MORA 1997). Dentro de la Clase Acari hay varias especies de los subórdenes Acariformes (Actinedida, Oribatida y Acaridida) y Parasitengona (Gamasida) que, de forma independiente, han colonizado ambientes dulceacuícolas. Sin embargo dentro del Orden Trombidiformes hay un grupo que constituye los “verdaderos” ácaros acuáticos que están adaptadas a vivir en ambientes de agua dulce (al menos en estado adulto) y que pertenecen a un mismo linaje/grupo monofilético (SMITH *et al.* 2001). Los trombidiformes constituyen uno de los grupos más numerosos, diversos y de gran importancia ecológica dentro de Acari y pueden encontrarse en muy diversos microhábitats (DI SABATINO *et al.* 2008). En la cuenca alta del río Águeda estuvieron presentes todos los órdenes de ácaros acuáticos mencionados y fueron muy numerosos en forma de adultos depredadores de vida libre (Figura 20). Las larvas, en cambio, fueron menos frecuentes y sólo se encontraron en la localidad 2, y en estados muy inmaduros parasitando algunos ejemplares del orden Coleoptera (Familia Elmidae). Sin embargo, durante los sondeos realizados en otoño (mediados-finales de septiembre) de 2011 la variedad de hospedadores fue más amplia: larvas del Orden Trichoptera (Familia Limnephilidae) y Heteroptera (Familia Corixidae, Familia Gerridae), y las larvas de ácaros estuvieron más desarrolladas (Figura 20). También fueron encontradas parasitando especies adultas del Orden Odonata, como *Ischnura graellsii* en los ríos Águeda, Frío y Perosín, *Pyrrhosoma nymphula* en el río Payo, *Coenagrion puella* en el río Perosín, y *Platycnemis acutipennis* en el río Porteros, tributario del río Agadón.

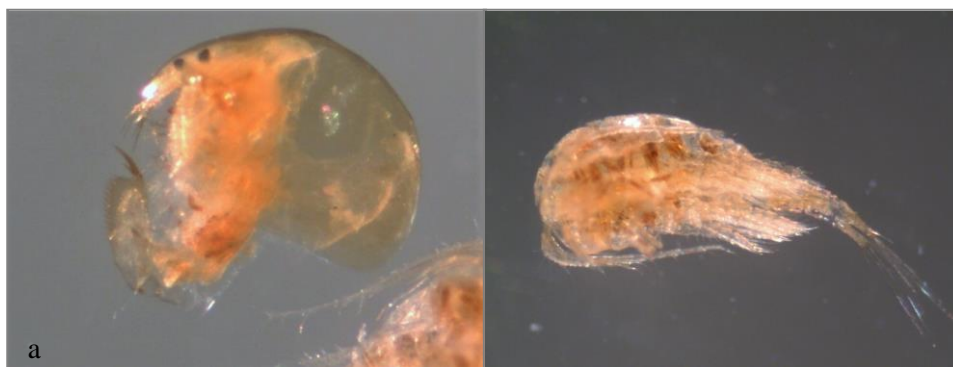


Figura 19. Copépodo (c) y cladócero(b) (Subphylum Crustacea) recolectados en octubre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).

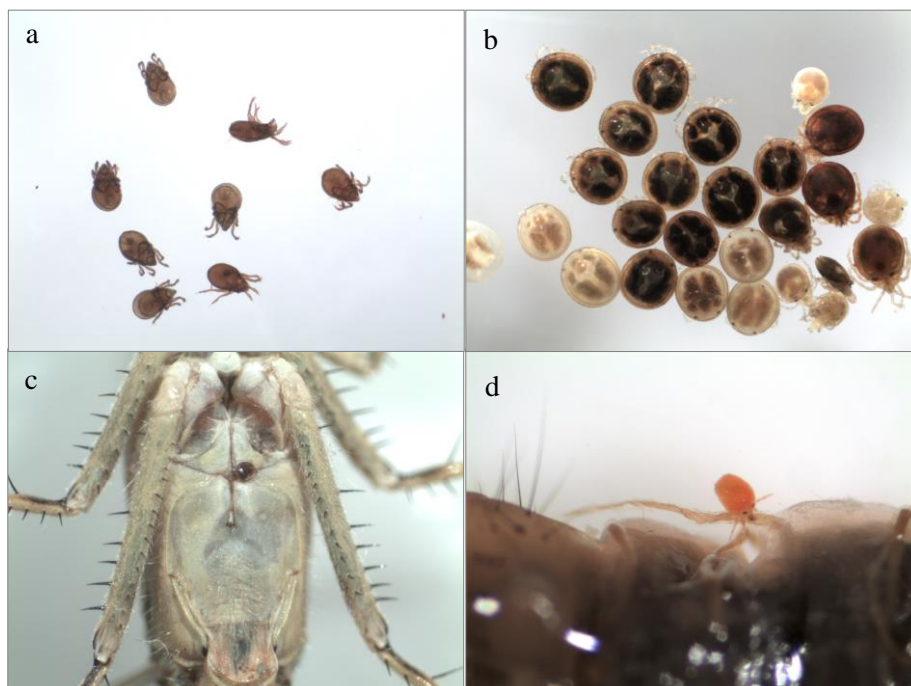


Figura 20. Ácaros adultos del Suborden Oribatida (a) y Orden Trombidiforme (b) recolectados el 7 de agosto de 2012 en el río Frío, y ejemplar de larva de ácaro parasitando un adulto de *Ischnura graellsii* (Orden Odonata) en la parte ventral del tórax recolectado en el río Perosín el 3 de septiembre de 2012 (c) y la branquia lateral abdominal de una larva de la Familia Limnephilidae (Orden Trichoptera) (d) recolectado durante un sondeo en el río Águeda en un tramo de orden 1 (Fotos: T. Velasco-Villanueva).

Clase Insecta. Los insectos acuáticos son abundantes en la mayoría de ambientes de agua dulce y a menudo presentan una elevada diversidad. Juegan un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos, siendo un recurso alimentario de vertebrados e invertebrados depredadores. De los diez órdenes acuáticos presentes, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Megaloptera y Trichoptera son estrictamente acuáticos en sus estados larvarios inmaduros (HERSHEY & LAMBERTI 2001) y los órdenes restantes (Collembola, Neuroptera, suborden Heteroptera, Coleoptera, Diptera y Lepidoptera), son parcialmente acuáticos, con especies o familias enteras con uno o más estados de su vida adaptados a vivir en el medio acuático (HANSON *et al.* 2010; LANCASTER & DOWNES 2013).

Subclase Collembola. Son insectos ametábolos y terrestres que, a pesar de no estar adaptados a vivir en el agua, han desarrollado exitosos mecanismos para vivir en su superficie que les ha permitido, incluso, sobrevivir sumergidos bajo el agua más de un día (DEHARVENG *et al.* 2008; HANSON *et al.* 2010). Los colémbolos son de tamaño pequeño (generalmente <5 mm) y poseen a menudo una estructura al final del abdomen llamada fúrcula (Figura 21), que suelen tener plegada en la parte ventral del abdomen, que sirve para brincar, tal que cuando ésta se libera, el ejemplar retrocede y es impulsado varios centímetros a través del aire. Debido a esta habilidad, a menudo los colémbolos son difíciles de capturar (HISELHOFF 2001). Se alimentan principalmente de algas, polen, detritus, y otro material orgánico de la película superficial, e incluso microbios asociados (PUJANTE-MORA 1997; HISELHOFF 2001). En la zona de estudio fueron recolectados en los ríos Agadón y Frío, y en las localidades 3 y 6, y en todas ellas en bajas proporciones.



Figura 21. Colémbolos con su respectivas fúrculas capturados en noviembre de 2012 en el río Agadón (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Orden Ephemeroptera. Es el orden de insectos acuáticos existente más antiguo (BARBER-JAMES *et al.* 2008). Tienen un desarrollo hemimetábolo con una fase de ninfa dominante en el ciclo de vida (Figura 22). Como larvas, la mayoría de las efímeras se

alimenta de perifiton o detritus, principalmente durante las horas nocturnas. Están dispuestas sobre la parte superior del sustrato para evitar ser depredadas (SHAPAS & HILSENHOFF 1976; RICHARDS & MINSHALL 1988; MCINTOSH *et al.* 1999; MACÍAS *et al.* 2014), aunque también hay unas pocas especies carnívoras (MCCAFFERTY & PROVONSHA 1986; GATTOLLIAT & SARTORI 2000). La mayor parte de las especies de este Orden son sensibles a la perturbación antropogénica del hábitat (canalización, contenido de oxígeno, temperatura, eutrofización...) (BAUERNFEIND & SOLDÁN 2012). En la zona de estudio fueron recolectadas 7 familias (Tablas 6 y 7): Baetidae, Caenidae, Ephemerellidae, Ephemeridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae y Siphonuridae, de las cuales Baetidae, Ephemerellidae, Heptageniidae y Leptophlebiidae fueron encontradas en todas las localidades. Los ejemplares totales de efímeras variaron entre 41% y 23% en las siete localidades. En las localidades 1 y 2 no superaron el 30%, y los ejemplares mensuales oscilaron con un rango similar: 13%-56% en el río Agadón y 15%-47% en el río Frío (Figura 13), con un descenso marcado de agosto en adelante (que coincide con una disminución en el número de familias recolectadas).

Orden Odonata. Los odonatos se encuentran entre los órdenes de insectos alados más antiguos (GRIMALDI & ENGEL 2005) y, a pesar de estar vinculados con el Orden Ephemeroptera dentro de los Palaeoptera, sus ejemplares tienen un aspecto bastante diferente al de las efímeras (BARNARD 2011). El orden es relativamente pequeño, quizá por ello se encuentra entre los mejores conocidos en lo que respecta a su taxonomía y distribución (KALKMAN *et al.* 2008). Todas las larvas europeas son acuáticas (ALBA-TERCEDOR *et al.* 2006) y, junto con los ejemplares acuáticos Heteroptera y Megaloptera, constituyen uno de los pocos grupos de macroinvertebrados estrictamente depredadores (HERSHEY & LAMBERTI 2001), tanto en la fase de larva como en la de imago. Los odonatos son característicos de aguas lentas, ricas en vegetación y de fondo limoso, o incluso de zonas encharcadas, aunque también comprende algunas especies reófilas (CARCHINI 1983; GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ 1986) (Figura 23) y presentan cierta sensibilidad a la alteración de los ecosistemas acuáticos (CASTELLA 1987; ROSENBERG & RESH 1993). En la zona de estudio existen cinco de las diez familias ibéricas, que son: *Calopterygidae*, *Coenagrionidae*, pertenecientes al Suborden *Zygoptera*, y *Aeshnidae*, *Cordulegastridae* y *Gomphidae*, del Suborden *Anisoptera*. Estas cinco familias estuvieron presentes en las localidades 1, 2, 4 y 6 (Tabla 6). De ellas las

familias *Aeshnidae* y *Gomphidae* son las de mayor presencia en la zona estudiada. El número de ejemplares en cada una de las siete localidades varió entre 0,4% y 1,6%, con valores inferiores en la localidad 5 (0,09%). Los porcentajes en los ríos Agadón (1,3%) y Frío (1,6%) fueron similares y mensualmente oscilaron de forma parecida, coincidiendo los valores más bajos en el mes de junio (Figura 13).

Orden Plecoptera. En algunas especies de este orden el desarrollo de las ninfas hasta el estado adulto puede tardar varios años. Las larvas son depredadoras de otros artrópodos acuáticos, como ocurre con la mayoría de los miembros de las familias Perlidae, Perlodidae y Chloroperlidae (HERSHEY & LAMBERTI 2001) (Figura 24), o en su caso detritívoras. Son especies sensibles, con rangos ecológicos estrechos, cuya presencia en las aguas se asocia con estados de calidad de buenos a excelentes, siendo características de tramo alto, donde las aguas están bien oxigenadas (GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ 1986; OSCOZ 2008; ZEDKOVÁ *et al.* 2015). La zona de estudio estuvo representada por todas las familias ibéricas que incluye este orden: Capniidae, Chloroperlidae, Leuctridae, Nemouridae, Perlidae, Perlodidae y Taeniopterygidae. De ellas, tres (Leuctridae, Nemouridae y Perlodidae) se recolectaron en todas las localidades (Tabla 6). Dentro de los insectos, los plecópteros ocuparon el cuarto puesto en número de ejemplares, menos en la localidad 6 donde constituyeron la tercera parte (Figura 14). En los ríos Agadón y Frío los valores fueron muy parecidos (9% y 13%, respectivamente).

Suborden Heteroptera. Son hemípteros acuáticos de hábitos depredadores caracterizados por la presencia de un aparato bucal chupador y comúnmente se les conoce como zapatero, chinche de agua o escorpión acuático. La mayoría de las especies de este orden son carnívoras, de mosquitos, de ahí su importancia como posibles agentes de control biológico (ÁLVAREZ & ROLDÁN 1983), pero también existen especies fitófagas. Dentro del suborden se distinguen dos infraórdenes: Gerromorpha, que viven desplazándose por la superficie del agua, y Nepomorpha, cuyo cuerpo está adaptado a vivir dentro del agua, tanto nadando en la columna del agua como desplazándose en el bentos, de manera que ambos grupos ocupan un nicho particular dentro del ecosistema (MOLANO-RENDÓN *et al.* 2005) (Figura 25). Pueden vivir en un

amplio rango de condiciones de calidad de agua, incluyendo las pobres en oxígeno, como aguas estancas o más lentas en donde son muy característicos. La mayor parte de los heterópteros, excepto las ninfas, respiran fuera del agua (BODA 2015). También hay especies adaptadas a vivir en aguas con corrientes (ANDERSEN 1982). En consecuencia, algunas especies acuáticas muestran una gran sensibilidad a los factores ambientales, y otras son más resistentes a los cambios ambientales, lo que los convierte en indicadores dudosos de la calidad del agua (BODA 2015). Los heterópteros en la zona de estudio incluyeron las familias Mesoveliidae, Gerridae, Hydrometridae del Infraorden Gerromorpha, y las familias Aphelocheiridae, Corixidae, Naucoridae y Notonectidae del Infraorden Nepomorpha. El porcentaje de ejemplares de heterópteros en las siete localidades osciló entre 1,4% y 0,02%. Los valores más bajos ocurrieron en las localidades 6 (0,02%) y 7 (0,2%) y los más altos en la localidad 3 (1,4%). En los ríos Agadón y Frío este valor no superó el 0,4%. Las familias Gerromorpha (Gerridae, Hydrometridae y Mesoveliidae) fueron comunes en ambas localidades.

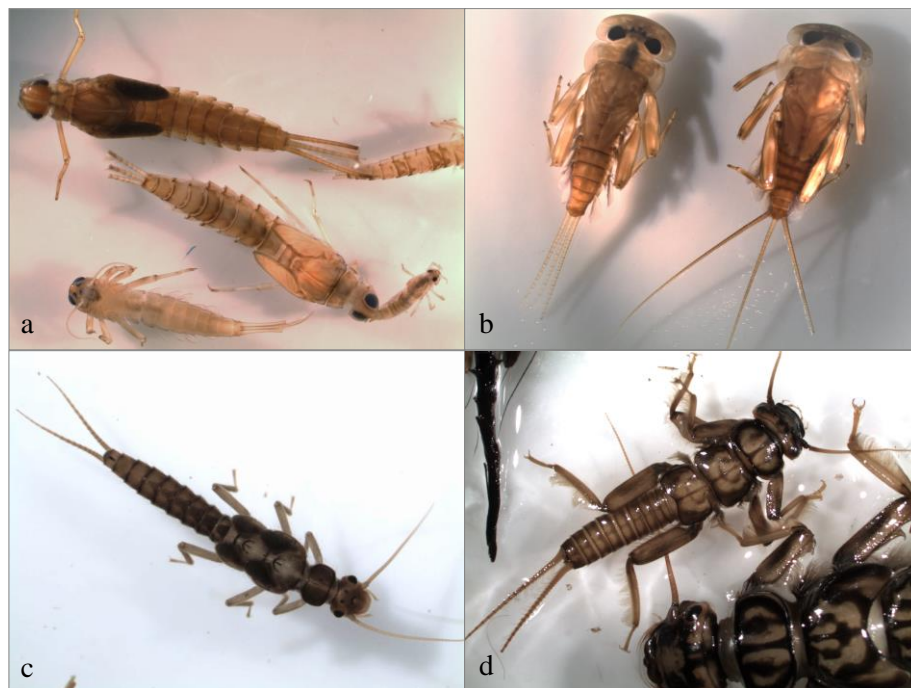


Figura 22 y 24. Detalle de los característicos tres cercos abdominales de las efímeras, de la Familia Baetidae (a) y Familia Heptageniidae (b) de los ejemplares recolectados en mayo y julio de 2012 en el río Frío, y de los dos filamentos caudales de las larvas de plecópteros de la Familia Chloroperlidae (c) y Familia Perlidae (d) recolectados en julio de 2012 en el río Agadón (Foto: T. Velasco-Villanueva).



Figura 23. Larvas de dos especies reófilas muy abundantes de la cuenca alta del río Águeda (Foto: T. Velasco-Villanueva).



Figura 25. Ejemplares de la Familia Aphelocheiridae (infraorden Gerromorpha) (a) y Gerridae (infraorden Nepomorpha) (b) recolectados en agosto y septiembre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Orden Megaloptera. Antiguamente se incluían en el Orden Neuroptera los órdenes Raphidioptera y Megaloptera, que en la actualidad se consideran por separado de los Neuroptera en sentido estricto, que se conocían también como Planipennia (RIBERA & MELLIC 2015). Los tres órdenes forman un grupo monofilético, hermano de

los Coleoptera (MISOFF *et al.* 2015). Se trata de uno de los órdenes de insectos más primitivos, posiblemente el más antiguo de los endopterigotos (GRUSTÁN 2015). Comprende sólo dos familias, y los Sialidae son los representantes en nuestra fauna ibérica con tres especies del género *Sialis* (MONSERRAT 2014). Las larvas de siálidos se caracterizan por las branquias abdominales articuladas a ambos lados de los segmentos abdominales y su largo proceso terminal (Sialidae) (Figura 26). Están asociados a riachuelos y ríos generalmente de guas limpias, frías y de agua corriente (COSTA *et al.* 2006; MONSERRAT 2014), pero la posesión de estas branquias permite a otras especies tolerar concentraciones de oxígeno disuelto moderadamente bajas propias de lagos o tramos lentos, o que pudieran estar vinculados al aumento de la contaminación orgánica (PUIG *et al.* 1999; MONSERRAT 2014). Por este motivo a los siálidos se les asigna un valor medio como bioindicadores de las aguas en que habitan. En la zona de estudio estuvieron presentes en todas las localidades (incluso en el resto de las muestreadas excepto en la localidad 4), siendo más abundante en la localidad 1 y 2 (5% y 9%, respectivamente).



Figura 26. Ejemplar de la Familia Sialidae (Orden Megaloptera) recolectado en diciembre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).



Figura 27. Ejemplar de la especie *O. fulvicephalus* (Orden Neuroptera) recolectado en mayo de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Orden Neuroptera. Los neurópteros son insectos holometábolos, con metamorfosis completa y habitualmente tres estados (RIBERA & MELLIC 2015). El orden Neuroptera (*sensu stricto*) tiene al menos unas 6000 especies en 17 familias, de las cuales dos son verdaderamente acuáticas en alguno de sus estados: Familias Sisyridae (larva) y Familia Nevrothidae (larva y pupa) (ASPÖCK 2002; COVER & BOGAN 2015). Una tercera, Familia Osmylidae, contiene las larvas y pupas de dos subfamilias que son dependientes de los sistemas acuáticos (COVER & RESH 2008; COVER & BOGAN 2015), sin ser exactamente acuáticas, motivo por el que este taxón puede no estar incluido dentro del índice IBMWP. La Subfamilia Osmylinae incluye el género *Osmylus*, ampliamente distribuidos por Europa (COVER & BOGAN 2015). Este género consta de tres especies: *O. elegantissimus* (Kozhantshikov, 1951), *O. multiguttatus* (McLachlan, 1870), y *O. fulvicephalus* (Scopoli, 1763), presentes en Europa occidental (ELLIOTT 1996), y con una única especie en la península ibérica (MONSERRAT 1984) (Figura 27). En cuanto a sus larvas, viven en el musgo o bajo las piedras cercanas del agua y reptan hasta el agua para capturar sus presas (KRISKA 2013), pero sin alcanzar grandes profundidades gracias a una burbuja de aire en el tubo digestivo que les facilita las inmersiones (COVER & BOGAN 2015). Se caracterizan por sus largas mandíbulas que insertan en sus presas habituales: ácaros o pequeños insectos de cuerpo blando,

colémbolos y larvas de dípteros, en su mayoría de las familias Tipulidae y Chironomidae cuando se trata de sus últimos estados larvarios (MIGUÉLEZ & VALLADARES 2008; ARDILA-CAMACHO & NORIEGA 2014; RIBERA & MELIC 2015; GLIME 2017). En los cursos de agua estudiados con más detenimiento fueron encontrados ejemplares aislados: un ejemplar en la localidad 1 y cuatro en la localidad 2, y en distintos meses. La abundancia de presas potenciales fue muy alta, donde el peso de los dípteros respecto al resto de macroinvertebrados supuso más del 30%, con más del 77% de quironómidos (77,5% en la localidad 1 y 79% en la localidad 2) y algo menos de 1% de tipúlidos. Además, el grado de conservación de la vegetación de ribera, más su localización en un tramo de cabecera con aguas limpias y sombreadas, coincide con otros estudios realizados para esta especie (MONSERRAT 1984; MIGUÉLEZ & VALLADARES 2008; FERNÁNDEZ 2017).

Orden Coleoptera. Los coleópteros acuáticos constituyen uno de los grupos mejor estudiados en la península ibérica (MILLÁN *et al.* 1996; RIBERA *et al.* 1998, 2000; ABELLÁN *et al.* 2005; SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ *et al.* 2006). La mayoría viven en aguas continentales lólicas y lénticas, y desempeñan un importante papel como indicadores de biodiversidad (ABELLÁN *et al.* 2005; SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ *et al.* 2006) en el manejo de ecosistemas acuáticos. Entre los coleópteros acuáticos existen especies que pasan su tiempo de larva y adultos en el agua pero que se desplazan fuera de ella para pupar (GLIME 2017), o con sólo una de las dos fases viviendo en el agua. Existen especies marchadoras y nadadoras, y entre estas últimas las hay que nadan en la superficie y otras buceadoras. Tanto en su fase larvaria como en su fase adulta presentan un régimen alimentario muy variado, desde predadores a fitófagos, pasando por xilófagos o detritívoros (OSCOZ 2008). Los coleópteros acuáticos constituyeron el 2% y el 5% del total de ejemplares de macroinvertebrados bentónicos en las localidades 1 y 2 (Figura 13), con 9 y 8 taxones (Tabla 7), seis de ellos comunes; y entre el 4% y 10%, con 6 a 8 taxones en el resto de localidades, salvo en la localidad 5, donde esta cifra fue inferior. En toda la zona de estudio fueron identificadas 11 familias, tres pertenecientes al Suborden Adephaga (Dytiscidae, Gyrinidae y Haliplidae) y ocho pertenecientes al Suborden Polyphaga (Chrysomelidae, Curculionidae, Elmidae, Helophoridae, Hydraenidae, Hydrochidae Hydrophilidae y Scirtidae). Las familias que más peso tuvieron fueron Elmidae (más del 70% en todos los cursos de agua) e Hydraenidae

(Figura 28), que varió entre 18% y 21%. Menor importancia tuvieron las familias Dytiscidae, Gyrinidae y Scirtidae. Los élmidos e hydraénidos son considerados indicadores de aguas con buena calidad, que habitan ríos o arroyos con agua corriente, en algunos casos asociados a briofitos y a cantos rodados del lecho (PUIG 1999; ELLIOTT 2008; SARR 2013).



Figura 28. Adultos de la Familia Elmidae (a) y de la Familia Hydraenidae (b) del Orden Coleoptera recolectados en diciembre de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Orden Diptera. Es un orden muy diversificado, que contiene muchas familias exclusivamente acuáticas que hacen de este grupo un conjunto muy numeroso dentro de los macroinvertebrados bentónicos (PINDER 1986; PUJANTE-MORA 1997; HANSON *et al.* 2010). Tienen un desarrollo holometábolo, en el que las larvas presentan una morfología muy variada, no poseen patas articuladas en el tórax, sino pseudópodos, y algunas veces no tienen la cabeza bien diferenciada y a menudo las pupas también son estados acuáticos. Tanto larvas como pupas habitan en ambientes acuáticos de muy variadas condiciones, dada la gran variabilidad de mecanismos de respiración que han desarrollado. De modo que existen organismos con requerimientos ambientales muy distintos, desde familias muy exigentes en cuanto a la calidad del agua (i.e., familias Athericidae, Blephariceridae, Figura 28) hasta especies muy resistentes a la contaminación (PUJANTE-MORA 1999; OSCOZ 2008). Los dípteros son una parte importante de casi todos los ecosistemas acuáticos, y los adultos pueden transmitir enfermedades o crear graves molestias (e.g. Culicidae, Tabanidae, Simuliidae, Ceratopogonidae) (HILSENHOFF 2001).



Figura 29. En la parte superior de la figura, imágenes de larvas de dípteros de la Familia Athericidae de mayo de 2013 y agosto de 2012 del río Frío (a) y de la Familia Blephariceridae de mayo de 2012 del río Frío (b); en la parte inferior, imagen de larvas y ninfas de la Familia Chironomidae de julio de 2012 del río Frío (c) y pupas de la Familia Simuliidae (d) recolectadas en marzo de 2012 en el río Agadón (Foto: T. Velasco-Villanueva).

El orden Diptera está dividido en dos subórdenes, Nematocera y Brachycera. De estos dos, la Familia Chironomidae es la más ampliamente distribuida en la zona de estudio (ver porcentajes de abundancia en subapartado neuróptera) (Figura 29), y frecuentemente el grupo más abundante de insectos en ecosistemas de agua dulce (PINDER 1986; CRANSTON 1995). Constituyen una valiosa fuente de alimento para otros macroinvertebrados bentónicos, para peces de agua dulce, aves insectívoras y otros organismos acuáticos. Además juegan un papel importante en el ciclo de nutrientes a través del ecosistema acuático y sirven como nexo crítico de unión entre los productores primarios y los consumidores secundarios (PORINCHU & MACDONALD 2003). Han sido identificadas 14 familias, 11 pertenecientes al suborden Nematocera (Blephariceridae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Dixidae, Empididae, Limoniidae, Psychodidae, Rhagionidae, Simuliidae, y Tipulidae) y 3 al suborden Brachycera

(Anthomyidae, Athericidae y Tabanidae). Después de los quironómidos, los simúlidos y los ceratopogónidos fueron los ejemplares más numerosos dentro de los dípteros

Orden Lepidoptera. Son insectos holometábolos, mayoritariamente terrestres, donde las únicas especies con larvas y pupas acuáticas pertenecen a la Familia Crambidae (= Pyralidae) (Figura 30). Pueden tener hábitos semiacuáticos o acuáticos, siempre en relación directa con las plantas acuáticas, sumergidas o emergentes, al tener una alimentación fitófaga y en general muy variada (STOOPS *et al.* 1998). Pueden vivir en casas hechas sobre éstas o sobre rocas en áreas de corriente, donde construyen túneles de tela y se alimentan de algas, algunas respiran del aire y otras tienen branquias (HANSON *et al.* 2010). En la zona de estudio supusieron cerca del 1% en las localidades 1 y 2. También fueron recolectadas en las localidades 5 (6%) y 6 (2%).



Figura 30. Larva Crambidae (Orden Lepidoptera) recolectada en noviembre de 2012 en el río Frío (Foto: T.Velasco-Villanueva).

Orden Trichoptera. Los tricópteros son insectos pterigotos holometábolos, muy próximos al Orden Lepidoptera (KRISTENSEN 1997; WHITING 2002; HOLZENTHAL *et al.* 2011; MALM *et al.* 2013), del que divergen a partir de un ancestro común en el Mesozoico, y juntos constituyen el Superorden Amphiesmenoptera (IVANOZ *et al.* 2014;

MALM *et al.* 2013). Los adultos son voladores con actividad principalmente crepuscular y nocturna (GONZÁLEZ & COBO 2004). Las larvas son acuáticas de tipo campodeiforme o eruciforme (ZAMORA-MUÑOZ *et al.* 2015) (Figura 31) y, desde el punto de vista morfológico, tienen apéndices anales con ganchos apicales. Se caracterizan por poseer glándulas sericígenas en el extremo del labio inferior del labium, con la que elaboran una gran variedad de construcciones que generalmente combinan con distintos materiales de naturaleza mineral o vegetal (Figura 31). Esta seda es el elemento básico de sus construcciones y está estrechamente relacionada con la forma en que viven y la manera con la que resuelven los problemas ambientales de su existencia bajo el agua (WIGIGINS 2004). No obstante, aquellas que no construyen una caja transportable pueden construir una especie de tela que facilita la obtención del alimento (LANCASTER & DOWNES 2013). Por lo general son intolerantes a la polución, habitando principalmente en ríos y arroyos de aguas limpias y bien oxigenadas (ROSENBERG & RESH 1993; KJER *et al.* 2001).

En la zona de estudio los tricópteros representaron entre el 6% y el 7% del total de individuos recolectados en los ríos Agadón y Frío (Figura 13), y entre el 4% y el 9% en el resto de las localidades (Figura 14). Constituyó el cuarto grupo en cuanto a número de ejemplares, después de Diptera, Ephemeroptera y Plecoptera. De las 23 familias existentes en la fauna ibérica y europea (SCHIMDT-KLOIBER & HERING 2015) en la zona de estudio se registraron 14 (Tabla 6). En las localidades 1 y 2 entre el 40 y 50% de los ejemplares de tricópteros estuvieron repartidos en tres familias: Leptoceridae (22%), Limnephilidae (18%) e Hydropsychidae (14%) en la localidad 1, y Goeridae (23%), Leptoceridae (19%) y Glossosomatidae (10%) en la localidad 2. En las otras cinco localidades tan sólo dos familias, o incluso una familia en el caso de la localidad 5, aportaron cerca de la mitad o más de los ejemplares de Tricópteros. La Familia Leptoceridae, o en su caso Limnephilidae, estuvo siempre presente: Hydroptilidae (41%) y Leptoceridae (39%) en la localidad 3; Hydropsychidae (39%) y Leptoceridae (23%) en la localidad 4; Leptoceridae (68%) en la localidad 5; Limnephilidae (35%) y Rhyacophilidae (24%) en la localidad 6; y, por último, Leptoceridae (23%) y Limnephilidae (27%).



Figura 31. Pupas de tricóptero de la Familia Glossosomatidae recolectadas en diciembre de 2013 en el río Frío (a), y larvas con carcajs o estuches elaborados con restos vegetales (Familia Limnephilidae) (b) y resto minerales (Familia Sericostomatidae) (c) de julio de 2012 y marzo de 2013 del río Frío, y sin carcaj (Familia Hydropsychidae) (d) recogidas en diciembre de 2013 en el mismo río (Fotos: T.Velasco-Villanueva).

4.2.2. Índices bióticos: valores que obtienen al aplicar índices bióticos (EPT, OCH, IBMWP, IMM-L)

Durante el periodo comprendido entre marzo de 2012 y febrero de 2014 se analizó la calidad biológica en las localidades 1 y 2, correspondientes a los ríos Agadón y Frío. También en otoño de 2012 y septiembre de 2013 en las otras cinco localidades. Se tratan de cursos de agua tipificados como ríos de montaña mediterránea silíceo (tipo 11), cuya condición de referencia es 180 (Orden ARM/2656/2008).

El número de familias recolectadas en el río el Agadón osciló entre 31 y 51 en el primer año y entre 31 y 48 en el segundo. En este río los valores más bajos ocurren

claramente en los meses de mayo y junio. En el río Frío el número de familias osciló entre 34 y 52 el primer año, y entre 35 y 53 el segundo año. A pesar de que los valores más bajos están más dispersos a lo largo de los dos años, hubo un descenso en el segundo año y en abril y mayo en el primero.

El estado ecológico, según las categorías obtenidas aplicando el índice IBMWP, fue siempre *Muy bueno*, puesto que todos los valores registrados para este índice estuvieron por encima de 140, y en todas las muestras incluso superó el valor de la Condición de referencia para este tipo de ríos (180). En el río Agadón osciló entre 186 y 317 en el primer año, y entre 196 y 305 en el segundo, respectivamente; mientras que en el río Frío varió entre 218 y 327 el primer año, y entre 222 y 329 el segundo. El inventario mensual de familias incluidas en el índice IBMWP de los dos años de muestreo del río Agadón y Frío, a partir del cual se ha calculado este índice, puede consultarse en las Tablas 8, 9, 10 y 11 (en Anexos).

Los valores del índice IASTP en ambos ríos fueron también altos, por encima de 5,80 en todos los casos. En el río Agadón osciló entre 5,8-6,7 y el primer año, y entre 5,9-7,5 el segundo; por el contrario en el río Frío varió entre 5,8-6,7 (primer año) y 6,0-6,7 (segundo año).

En el río Agadón los valores mínimos del índice IBMWP se producen a finales de primavera - principios de verano (mayo y junio) durante ambos años (Tablas 12 y 13), siempre asociados al bajo número de familias recolectadas durante esos meses. En cambio, durante el segundo año, en abril el número de familias fue el mismo de junio ($n = 31$) y más bajo que el de mayo ($n = 33$). Sin embargo, el índice IBMWP mostró valores superiores (234 en abril 204 en mayo y 196 en junio). Esto se explica por el elevado valor de IASTP de abril (7,55, el más alto del año), que indica que la puntuación del índice IBMWP es consecuencia de la presencia de familias con altas puntuaciones.

Tabla 12. Valores de índices biológicos del río Agadón en el periodo 2012-2013.

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
NFam	51	49	31	32	41	37	36	46	41	43	35	38
IBMWP	317	310	186	186	244	221	228	282	276	271	220	252
IASPT	6,22	6,33	6,00	5,81	5,95	5,97	6,33	6,13	6,73	6,30	6,29	6,63
EPT	23	22	14	13	17	13	16	21	22	21	18	21
OCH	9	10	5	7	9	9	7	5	8	5	5	5
EPT/OCH	2,56	2,20	2,80	1,86	1,89	1,44	2,29	4,20	2,75	4,20	3,60	4,20
%selPGT	76,47	70,59	58,82	29,41	58,82	47,06	52,94	70,59	76,47	76,47	64,71	76,47
IMMi-L	34,69	32,71	24,96	17,44	27,19	22,66	24,85	31,94	33,12	33,02	28,13	32,39

Tabla 13. Valores de índices biológicos del río Agadón en el periodo 2013-2014

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
NFam	38	31	33	31	39	41	48	40	41	45	40	35
IBMWP	253	234	204	196	255	245	305	249	261	290	263	226
IASPT	6,66	7,55	6,18	6,32	6,54	5,98	6,35	6,23	6,37	6,44	6,58	6,46
EPT	20	19	15	14	19	15	24	19	20	22	22	18
OCH	5	4	7	6	7	9	7	6	5	5	5	6
EPT/OCH	4,00	4,75	2,14	2,33	2,71	1,67	3,43	3,17	4,00	4,40	4,40	3,00
%selPGT	64,71	58,82	47,06	52,94	64,71	47,06	82,35	64,71	76,47	82,35	82,35	70,59
IMMi-L	29,21	26,75	22,63	23,60	29,06	23,76	36,01	29,11	32,50	35,09	34,39	29,66

En el río Frío durante los dos años de muestreo los valores mensuales más altos del índice IBMWP coinciden con los mayores registros mensuales de número de familias (Tablas 14 y 15). En ambos años esto sucede a principios - mediados de cada una de las estaciones. Los valores más bajos del índice IBMWP se producen de manera más puntual que en el río Agadón (en mayo el primer año, en marzo el segundo año). Aún así se aprecia para mayo y junio un ligero descenso del índice, algo más adelantado (abril y mayo) el primer año.

Respecto al índice EPT, en el río Agadón el rango osciló entre 13-23 el primer año, y entre 14-22 el segundo, mientras que en el río Frío fluctuó entre 12-23 el primer

año y entre 12-18 el segundo. Los valores del índice OCH no fueron especialmente altos en ambas localidades. En el río Agadón oscilaron entre 5-10 el primer año, y entre 4-9 el segundo año, mientras que en el río Frío el primer año varió entre 4-12 y el segundo año entre 4-13.

Tabla 14. Valores de índices biológicos del río Frío en el periodo 2012-2013.

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
NFam	47	34	40	47	37	41	40	52	38	38	44	39
IBMWP	319	218	262	304	236	240	259	327	238	247	294	255
IASPT	6,79	6,41	6,55	6,47	6,38	5,85	6,48	6,29	6,26	6,50	6,68	6,54
EPT	23	16	16	19	17	12	15	20	16	16	22	19
OCH	6	6	8	9	6	12	10	10	6	6	6	4
EPT/OCH	3,83	2,67	2,00	2,11	2,83	1,00	1,50	2,00	2,67	2,67	3,67	4,75
%selPGT	88,24	58,82	58,82	64,71	64,71	41,18	64,71	76,47	58,82	52,94	76,47	70,59
IMMi-L	37,23	25,05	27,00	30,24	28,21	21,49	28,19	34,12	26,60	25,51	33,56	30,54

Tabla 15. Valores de índices biológicos del río Frío en el periodo 2013-2014.

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
NFam	35	44	43	40	53	47	50	40	36	45	44	46
IBMWP	222	294	271	243	329	286	317	253	240	304	297	303
IASPT	6,34	6,68	6,30	6,08	6,21	6,09	6,34	6,33	6,67	6,76	6,75	6,59
EPT	14	17	16	12	16	12	15	12	15	16	18	17
OCH	6	5	6	5	13	11	13	6	4	7	7	6
EPT/OCH	2,33	3,40	2,67	2,40	1,23	1,09	1,15	2,00	3,75	2,29	2,57	2,83
%selPGT	58,82	70,59	64,71	52,94	70,59	52,94	64,71	58,82	64,71	76,47	82,35	70,59
IMMi-L	25,68	30,84	28,83	24,36	31,77	25,42	29,65	25,92	27,66	32,23	34,05	31,10

En conjunto, ambas localidades mostraron valores muy similares, en donde los registros más altos del índice EPT coincidieron por lo general con los valores más bajos del índice OCH, y los valores de EPT fueron siempre superiores a los de OCH, excepto en agosto del primer año en el río Frío (Tabla 14). No obstante, en el río Frío el rango superior de OCH fue ligeramente más amplio, fruto de una mayor presencia de

microhábitats de aguas remansadas. En todo caso, en ambos ríos la relación EPT/OCH fue siempre elevada, como es propio de condiciones de sistemas lóticos, con valores entre 1,44-4,20 el primer año en el río Agadón y 1,67-4,75 el segundo año, y en el río Frío entre 1,00-4,75 el primer año y 1,09-3,75 el segundo. En el río Agadón los valores de esta relación en ambos años fueron muy parecidos, siempre por encima de 1 y en general con valores bajos en verano. En el río Frío los registros de los dos años resultaron igualmente parecidos y con la misma dinámica que en el río Agadón: valores bajos fundamentalmente en verano, aunque un punto por debajo en el primer que en el segundo.

Finalmente, el índice multimétrico IMMi-L presentó en el río Agadón valores que oscilaron entre 17,4-34,7 el primer año y 2,6-36,0 el segundo, y en el Frío oscilaron entre 21,4-37,2 el primer año y 24,3-34,0 el segundo. En ambos ríos parece aumentar el valor mínimo de un año para otro, y la mayoría de los registros estuvieron por encima de 24. Los valores mensuales más bajos se registraron principalmente en verano: junio y agosto el primer año en el río Agadón, mayo y agosto el segundo año, y en el río Frío en agosto el primer año y junio y agosto el segundo.

Por tanto, en ambas localidades se presentaron resultados parecidos, con un carácter propio de sistemas lóticos, con valores sobradamente altos dentro de la categoría correspondiente a un estado ecológico ‘Muy bueno’.

El índice IBMWP presentó valores bajos en mayo-junio, pudiendo adelantarse a los meses abril-mayo. Este descenso también puede observarse en agosto, aunque con un valor más alto en el índice IBMWP debido al aumento del número de familias que se sucede en torno a mitad de verano (a partir de julio, o incluso junio) hasta entrado el otoño. El descenso del valor del índice IBMWP durante estos meses viene acompañado de valores bajos en el índice IASTP principalmente en agosto (a pesar de la presencia del alto número de familias) y del índice IMMi-L. En cambio, julio suele ser un mes en el que repuntan los valores IBMWP (junio en el caso del primer año del río Frío) principalmente porque suele tener un número muy elevado de familias y valores de métricas en general superiores al resto de meses de primavera y verano.

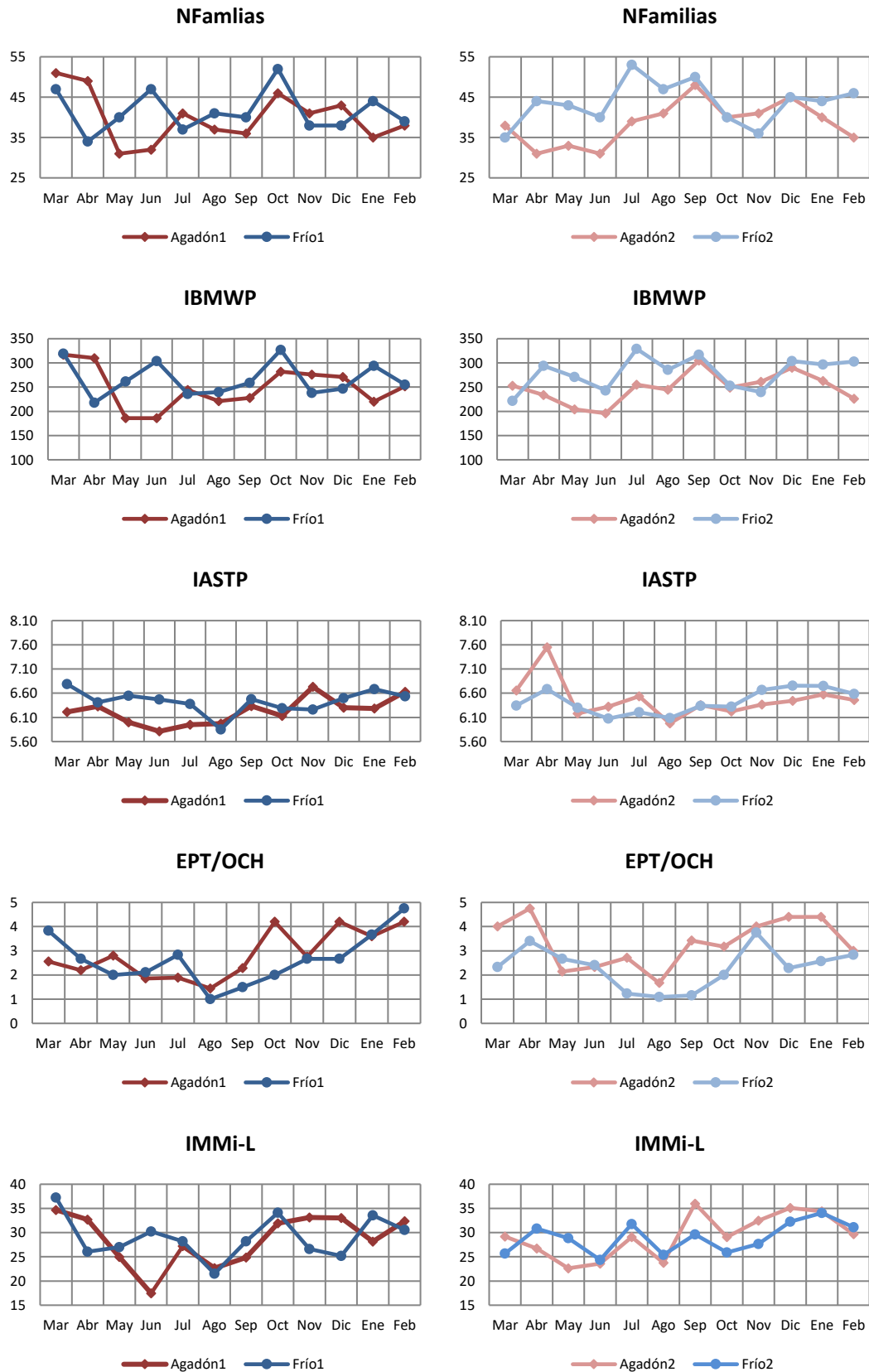


Figura 32. Valores de índices biológicos en los ríos Agadón (rojo) y Frío (azul) en el primer año (izquierda) y segundo año (derecha).

Los resultados del índice IBMWP en las cinco localidades muestreadas en otoño de 2012 y primavera de 2013 se presentan en la Tabla 16, elaborada a partir de la información incluida en la Tabla 17 en Anexos. Las cinco localidades incluyen familias dentro del rango de valores máximos (establecidos por los ríos Agadón y Frío) y valores mínimos (establecidos por el río Agadón), menos los tramos correspondientes al arroyo Perosín (Localidad 5; NFam: 26) y al arroyo Rubioso (localidad 6; NFam: 29), cuyos valores fueron inferiores a 31. El mayor número de familias se registró en primavera en el río Águeda (NFam: 48), a la que, también, le correspondió el valor más bajo en el índice IASTP (4,92), inferior al rango 5,6 y 6,1 del resto de localidades.

El índice multimétrico IMMi-L mostró en primavera valores por encima de 25 y en otoño inferiores a 24. Los registros más bajos, por tanto, fueron los detectados en otoño en las localidades 5 y 6. Esta diferencia se debe a la relación EPT/OCH, considerablemente más alta en primavera que en otoño.

Tabla 16. Valores de los siete índice biológicos de las localidades 3 a la 7 en otoño de 2012 y primavera de 2013.

LOCALIDAD (río)	Otoño 2012				
	3 (Águeda)	4 (Payo)	5 (Perosín)	6 (Rubioso)	7 (Vegas)
NFam	40	44	26	35	38
IBMWP	241	265	153	208	213
IASPT	6,03	6,02	5,88	5,94	5,61
EPT	13	16	11	11	13
OCH	12	12	7	11	14
EPT/OCH	1,08	1,33	1,57	1,00	0,93
%selPGT	47,06	58,82	35,29	47,06	47,06
IMMi-L	20,14	23,75	15,18	19,34	19,66

LOCALIDAD (río)	Primavera 2013				
	3 (Águeda)	4 (Payo)	5 (Perosín)	6 (Rubioso)	7 (Vegas)
NFam	48	36	32	29	36
IBMWP	236	219	195	176	215
IASPT	4,92	6,08	6,09	6,07	5,97
EPT	20	18	18	14	16
OCH	4	7	4	5	3
EPT/OCH	5,00	2,57	4,50	2,80	5,33
%selPGT	64,71	64,71	64,71	58,82	76,47
IMMi-L	30,10	28,21	27,61	24,68	30,61

4.3. La comunidad de Odonatos y su significado como indicadores de la calidad global de los ecosistemas acuáticos continentales.

Los Odonatos constituyen un grupo taxonómico de gran interés para el estudio y la preservación de los medios acuáticos (DOMMANGET 1998). Presentan cierta sensibilidad a la alteración de los ecosistemas acuáticos y son buenos indicadores de la contaminación de las aguas (CASTELLA 1987; ROSENBERG & RESH 1993), y en algunas especies los requerimientos sobre la calidad del agua son estrictos en cuanto a oxigenación y ausencia de contaminantes (FERRERAS- ROMERO 1988; KORBAA *et al.* 2018).

Su valor como indicadores de biodiversidad y estado de conservación de los hábitats que ocupan ha sido puesto de manifiesto en varias ocasiones y su uso ha ido en aumento (por ejemplo, SUTTON & COLLINS 1991; FOOTE & RICE 2005; KALKMAN *et al.* 2008). Además, juegan un importante papel como recurso trófico del ambiente en el que se encuentran, constituyendo parte de la dieta de muchos depredadores (peces, aves, reptiles y/o anfibios) (MARTÍN 1999), y en el control biológico de otros organismos que pueden llegar a ser plaga en cultivos o incluso vectores de enfermedades (CORBET 1999).

Por otro lado, los Odonatos constituyen el grupo de invertebrados que comparativamente tienen mayor representación en catálogos y convenios sobre especies amenazadas. En la Directiva del Consejo Europeo 92/43/CEE (Directiva Hábitats), aparecen citadas 14 especies, entre los Anexos II, especies de interés comunitario, y IV, especies que requieren una protección estricta (Real Decreto 1997/ 45, BOE 1997). En el Real Decreto 139/2011 (BOE 2011) que desarrolla la Ley 42/2007, aparece citadas siete especies, tres de ellas con la máxima categoría de protección (En peligro de extinción) a nivel de toda España.

4.3.1. La comunidad de Odonatos de los ríos objeto del presente estudio

En el análisis de las 68 muestras de macroinvertebrados acuáticos recolectadas en las siete localidades estudiadas, fueron identificadas larvas pertenecientes a once especies del orden Odonatos (Tabla 18). De estas muestras, 48 corresponden a los ríos Agadón y Frío (localidades 1 y 2), visitados mensualmente a lo largo de dos años consecutivos, y las veinte restantes a cuatro muestras extraídas en cada uno de otros cinco cursos, en enero, abril, junio y finales de septiembre.

Tabla 18. Especies de odonatos recolectadas en fase de larva en el área de estudio. Se indica el número de larvas (N), las localidades en que cada especie ha sido encontrada (Loc.), y el tipo de elemento biogeográfico (EL) al que han sido asignadas (IM = iberomagrebí; MO = mediterráneo occidental, ver texto). Por otra parte, en la cuenca alta del río Águeda existen dos especies de odonatos que no aparecieron en las muestras extraídas en los siete cursos antes mencionados, pero sí en otros cursos estudiados con anterioridad (2011); en estos casos, en la Tabla 13 la localidad se indica con un asterisco.

Especie	Familia	N	Loc.	EL
<i>Calopteryx virgo</i> (L., 1754)	Calopterygidae	15	1, 2 y 6	MO
<i>Calopteryx xanthostoma</i> (Charpentier, 1825)	Calopterygidae	13	2, 3 y 4	IM
<i>Platycnemis acutipennis</i> (Sélys, 1841)	Platycnemidae	1	3	MO
<i>Ceriagrion tenellum</i> (Villiers, 1789)	Coenagrionidae	3	3 y 4	MO
<i>Pyrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	Coenagrionidae	31	1, 2, 3 y 6,	MO
<i>Boyeria irene</i> (Fonscolombe, 1838)	Aeschnidae	143	1, 2, 3, 4, 5 ,6 y 7	MO
<i>Gomphus pulchellus</i> (Selys, 1840)	Gomphidae	1	*	IM
<i>Onychogomphus uncatus</i> (Charpentier, 1840)	Gomphidae	1.726	1, 2, 3, 4, 5 ,6 y 7	IM
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (L., 1758)	Gomphidae	6	3 *	MO
<i>Cordulegaster boltonii</i> (Donovan, 1807)	Cordulegastridae	24	1, 2, 6 y 7	MO
<i>Macromia splendens</i> (Pictet, 1843)	Macromiidae	1	*	IM

En el conjunto de las siete localidades fueron recolectadas e identificadas un total de 1.946 larvas de odonatos. En la Tabla 18 se muestran las familias a que pertenecen las especies, así como su caracterización desde el punto de vista

zoogeográfico, según el criterio propuesto por OCHARAN (1988), con pequeños cambios incorporados por TORRALBA-BURRIAL & OCHARAN (2007) basados en la distribución actual de las especies ibéricas. De las once especies de odonatos identificadas, seis se encontraron distribuidas por las aguas corrientes de casi toda la zona de estudio mientras que el resto tuvo una distribución más reducida, bien porque estaban en su límite altitudinal de distribución (*Onychogomphus forcipatus*) o porque se trata de especies que, por lo general, forman poblaciones poco numerosas allí donde su presencia ha sido corroborada (*Ceriagrion tenellum*).

A continuación, se refieren los aspectos más significativos de cada una de las especies inventariadas.

Suborden Zygoptera

Familia Calopterygidae

El género *Calopteryx* Leach 1815 incluye los zigópteros de mayor tamaño de Europa, son especies propias de ambientes lóticos (CORDERO-RIVERA 1989). La Familia Calopterygidae tiene poblaciones ibéricas de tres de las cuatro especies europeas del género *Calopteryx*: *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758), *Calopteryx haemorrhoidalis* (Van der Linden, 1825) y *Calopteryx xanthostoma* (Charpentier, 1825). De estas tres, sólo *C. virgo* y *C. xanthostoma* estuvieron presentes en fase de larva en la zona de estudio, mientras que como imago sí compartieron hábitat las tres especies en alguna de las localidades de estudio (CAMPOS *et al.* 2013). El número de larvas de calopterígidó alcanzó el 38,4% de las larvas de zigópteros, y aparecieron como poblaciones estables dentro de la zona de estudio.

Calopteryx virgo meridionalis habita en aguas corrientes de arroyos y ríos fríos, con abundante vegetación de ribera (DIJKSTRA & LEWINGTON 2006; OUTOMURO *et al.* 2010; TORRALBA-BURRIAL *et al.* 2013) y, aunque está repartida por toda la península ibérica, es más frecuente en el norte. Morfológicamente las larvas de esta especie difieren de *C. xanthostoma* en que las protuberancias del occipucio, justo detrás de los ojos, son muy prominentes terminando en forma aguda, en vez de ser redondeadas en su

ápice, y el pronoto presenta un borde anterior en forma de “V” y no arqueado (HEIDEMANN & SEIDENBUCH 2002), como se puede apreciar en la Figura 33. En la zona de estudio fue común y abundante. El número recolectado fue muy similar al de *C. xanthostoma*, pero la distribución de *C. virgo* es mayor y fue más abundante en los tramos de orden 3 que en los de orden 4. Las zonas de reproducción corresponden a las localidades 6 (N = 3L y 1 muda), 2 (N = 11L) y 1 (N = 1L y 1 muda). Las capturas tuvieron lugar durante los meses de abril (N = 3; ancho cefálico medio = 2,1 mm), agosto (N = 1L y 1 muda; ancho cefálico = 1,0 mm), septiembre (N = 5L y 1L; ancho cefálico medio = 1,8 mm) y octubre (N = 6L; ancho cefálico medio = 0,9 mm), alcanzando los mayores tamaños en primavera.



Figura 33. Larvas de la Familia Calopterygidae de la especie *Calopteryx virgo* (a) y *Calopteryx xanthostoma* (c) recolectadas en diferentes meses en los ríos Agadón y Frío, y forma que tienen las máscaras de la familia (Fotos: T. Velasco-Villanueva).

Calopteryx xanthostoma es una especie que se asocia a arroyos y ríos de aguas limpias, con cierta corriente (no excesiva), y bien soleados (OCHARAN & TORRALBA-BURRIAL 2004; VILLEGAS 2007), con sedimentos relativamente finos e hidrófitos flotantes (GRAND & BOUDOT 2006). En la zona de estudio estuvo presente en tres de las siete localidades muestreadas: localidades 2 (N= 3), 3 (N= 6L y 1 mudas) y 4 (N= 6L y

2 mudas). Las capturas tuvieron lugar en otoño (“finales de septiembre y principios de octubre”), época de crecimiento como ponen de manifiesto las exuvias. Los tamaños larvarios de ancho cefálico oscilaron de 1,1 a 2,0 mm. En la zona de estudio *C. xanthostoma*, a diferencia de *C. virgo*, parece encontrarse en los tramos de río más anchos, más soleados, y con más vegetación acuática.

Las larvas de la familia Calopterygidae con un tamaño de ancho cefálico inferior a 0,9 mm no pudieron ser atribuidas a ninguna de las dos especies encontradas en la zona de estudio. A esos tamaños, los caracteres morfológicos propios de cada una de las especies no son distinguibles. De tal forma que únicamente pudo trabajarse con el 22% del material de larvas de esta familia. Así, en las localidades 5 y 7 también fueron recolectadas larvas de esta familia que no pudieron ser identificadas a nivel específico. Además, en la localidad 7 también existió la posibilidad de ser confundidas con la especie *C. haemorrhoidalis*, ya que en este sitio fueron observados adultos de las tres especies.

Familia Platycnemidae

Familia que se reproduce en la cuenca alta del río Águeda. En la mayor parte de la península ibérica aparece representada por dos especies del mismo género, *Platycnemis acutipennis* Sélys 1841 y *P. latipes* Rambur 1842, cuyos periodos de vuelo se suceden a lo largo del verano (MARTÍN 1997; FERRERAS-ROMERO *et al.* 2003). Ambas son exclusivas del Mediterráneo occidental europeo (FERRERAS-ROMERO 1999) y aparecen asociadas a tramos medios de ríos, lentos y soleados (OCHARAN & OCHARAN 2002). Una larva de platycnemídido fue capturada durante un muestreo realizado en otoño de 2011 en el río Mayas, en el término municipal de Robleda (42°03'35''N y 06°34'19''W), a 755 m de altitud sobre el nivel del mar, en el límite de la superficie ocupada por el embalse de Irueña, con orillas ocupadas por *Alnus lusitanica* y en donde el flujo de agua era laminar.

En la zona donde se llevó a cabo este estudio, *Platycnemis latipes* fue observada como imago durante su período de vuelo (CAMPOS *et al.* 2013). La larva fue recolectada a finales de septiembre, es una hembra con ancho cefálico de 2,6 mm, cuyas pterotecas

alcanzan la mitad del cuarto segmento. Por la fecha de recolección y estado de crecimiento, podría tratarse de la especie con vuelo más temprano, *P. acutipennis*. Pero la presencia de esta segunda especie del género requiere confirmación con la captura de imagos.

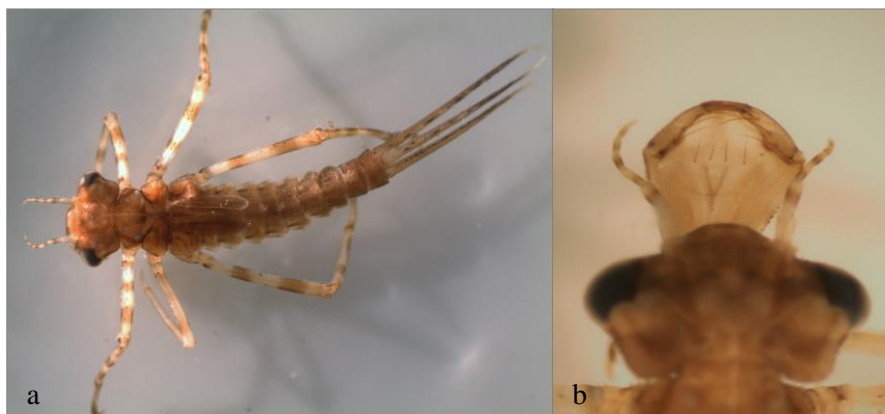


Figura 34. Larva de *Platycnemis acutipennis* recolectada en otoño de 2011 en el río Mayas (a) y detalle de la disposición paralela de las sedas del prementum (b) (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Familia Coenagrionidae

En la zona de estudio la Familia Coenagrionidae estuvo representada por dos especies, *Ceriagrion tenellum* (Villers, 1879) y *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776), que supusieron 46,6% de las larvas de zigópteros recolectadas. La especie *C. tenellum* constituye la única europea de su género. Se distribuye principalmente por el suroeste de Europa incluyendo las islas, extendiéndose hacia el norte hasta Gran Bretaña y Alemania y al sur en la franja norte de África (ASKEW 2004). Está asociada a medios lemníticos desde estanques a marismas y turberas, con una amplia cobertura vegetal y macrófitos emergentes, y cursos de agua de corriente lenta (FERRERAS-ROMERO & CANO-VILLEGAS 2004). En la zona de estudio *C. tenellum* estuvo presente, pero no fue abundante, formando poblaciones reducidas y dispersas al igual que en otras zonas lóticas donde esta especie ha sido localizada (FERRERAS-ROMERO 1988; OCHARAN & TORRALBA-BURRIAL 2005). Fueron recolectados cuatro ejemplares, tres de ellos en la localidad 3, a principios de otoño (30-09-2012), y un cuarto individuo en la localidad 4, durante un muestreo efectuado en la misma época el año anterior. Los tamaños fueron

variables (ancho cefálico: 1,2, 1,0, 1,1, y 0,5 mm). Ejemplares adultos fueron observados durante el verano en la localidad 4 y en un tramo de orden 2 según STRAHLER (1957) basado en los mapas IGN escala 1: 25.000 del río Águeda ubicado a las afueras de la localidad de Navasfrías, cuyo cauce, próximo a un merendero, ha sido ensanchado artificialmente, teniendo el río en este punto más aspecto de estanque que de río.

Por otro lado, *Pyrrhosoma nymphula* es un especie extendida y común en el norte de Europa y ausente en la mayoría de las islas del Mediterráneo excepto Sicilia (SCHLÜPMANN & MARTENS 2015); en las zonas más secas del sur de Europa es más escasa (OCHARAN & TORRALBA-BURRIAL 2005; BOUDOT *et al.* 2009). Su límite sur de distribución se encuentra en el norte de Marruecos (BOUDOT *et al.* 2009; GUAN *et al.* 2013), Túnez (KORBAA *et al.* 2014) y noroeste de Turquía; hacia el norte se extiende hasta Escandinavia y el norte de Rusia (SCHLÜPMANN & MARTENS 2015). Esta especie habita diferentes tipos de ecosistemas, desde aguas estancadas de pozas, charcas y turberas, en el norte de su área de distribución, hasta pequeños arroyos de agua corriente y bien oxigenadas en el sur (ASKEW 2004; OCHARAN & TORRALBA-BURRIAL 2005), cursos de pequeño orden asociados a cadenas montañosas no muy elevadas (FERRERAS-ROMERO & CORBET 1995; CANO-VILLEGAS 2007; ARNALDO *et al.* 2010). En estado larvario se diferencia de *C. tenellum* en que tiene tres pares de sedas dispuestas en forma de “v” en el labio de la máscara en vez de un par, y sus láminas caudales son anchas, puntiagudas, con una mancha oscura en forma de “x”. En la zona de estudio fueron recolectadas 31 larvas, en las localidades 1 (N = 3), 2 (N = 23), 3 (N = 1) y 6 (N = 4); fueron más abundantes en los tramos de orden 3 que en aquellos de 4. Larvas de *P. nymphula* fueron recogidas en todas las estaciones del año. Los ejemplares más pequeños fueron capturados en verano (julio: N = 6, ancho cefálico medio = 0,45 mm; y agosto: N = 13, ancho cefálico medio = 0,69 mm), época en la que se recolectaron larvas prácticamente recién eclosionadas (anchos cefálicos de 0,38 mm). En otoño el volumen de larvas fue mayor (septiembre: N = 1, ancho cefálico = 0,70 mm; octubre: N = 1, ancho cefálico = 0,93 mm; y noviembre: N = 4, ancho cefálico medio = 1,40 mm) mientras que en invierno la media de tamaño fue más alta (diciembre: N = 1, ancho cefálico = 3,0 mm; y febrero N = 1, ancho cefálico = 0,93 mm). Según CORBET *et al.*

(1989), en Inglaterra las larvas de *P. nymphula*, reguladas por el fotoperiodo, se desarrollan durante el verano para emerger en la siguiente primavera.

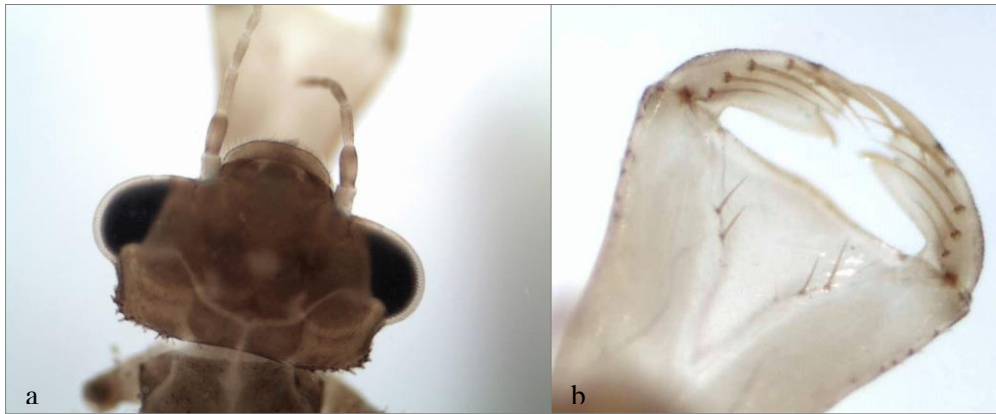


Figura 35. Larva de *Pyrrhosoma nymphula* recolectada en noviembre de 2012 en el río Frío (a) e imagen de la disposición en “V” de las sedas del prementum de la máscara (b), en donde el tercer par de sedas está poco desarrollado, visible débilmente la seda de la derecha y únicamente el folículo de la izquierda (Foto: T. Velasco-Villanueva).



Figura 36. Larva de la especie *Ceriagrion tenellum* recolectada en septiembre en el río Águeda (a) y detalle del par de sedas dispuestas en el prementum (b) (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Suborden Anisoptera

Familia Aeshnidae

De la Familia Aeshnidae, únicamente fueron recolectadas larvas del género *Boyeria* (Figura 37). Este género comprende a escala mundial sólo ocho especies (dos de ellas descritas en el presente siglo) de las cuales sólo las especies *Boyeria irene* y *B. cretensis* Peters, 1991 (endémica de la isla de Creta) se encuentran en Europa (FERRERAS-ROMERO 1997). *Boyeria irene* es una especie que se distribuye por la mitad occidental de la cuenca mediterránea, incluyendo toda la península ibérica, la mayor parte de Francia, mitad occidental de Italia, Córcega, Cerdeña, Sicilia, áreas costeras del norte de África (ASKEW 2004).



Figura 37. Larvas de tamaños variables de la especie *Boyeria irene* recogidas en diferentes meses en el río Agadón (a), y exuvia de la misma especie asignada al estado F-3 (b) y F-0 (c) recolectadas en junio de 2012 en el río Frío (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Esta especie habita aguas corrientes bien oxigenadas de pequeños ríos y arroyos con vegetación de riberas (FERRERAS-ROMERO & GARCÍA-ROJAS 1995). La zona estudiada reúne todas las características anteriores, de modo que *B. irene* fue la especie de Odonatos más abundante en los tramos de río aquí estudiados después del gónfido *Onychogomphus uncatatus*. El total de larvas recolectadas de *B. irene* constituyó el 7% en

toda el área de estudio, y su número parece disminuir al decrecer la altitud, siempre y cuando este factor altitudinal estuviese acompañado de un aumento de la anchura del cauce y de la mayor presencia de partículas finas en el lecho del río. Todos los meses fueron recolectados ejemplares larvarios, e incluso fueron recogidas numerosas exuvias (Tabla 21 y 22). En las localidades estudiadas mensualmente (localidades 1 y 2), de orden 4 y 3 respectivamente, las larvas de esta especie supusieron el 7,3%, y se encontraron cohabitando junto con un elevado número de larvas *Onychogomphus uncatus*, que fue la especie dominante, y una menor cantidad de larvas de *Cordulegaster boltonii*, especialmente en la localidad 4. También estaban presentes el coenagrionido *P. nymphula* y los calopterígid *C. xanthostoma* y/o *C. virgo*.

Familia Gomphidae

La Familia Gomphidae fue la más abundante, aportando el 88% del total de larvas recolectadas. Estuvieron presentes los géneros *Onychogomphus* Sélys, que incluyó las especies *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758) y *Onychogomphus uncatus* (Charpentier, 1840), y *Gomphus* Leach, con la especie *Gomphus pulchellus* (Selys, 1840). De las tres especies, *O. forcipatus* es la que tiene un área distribución más amplia, que engloba la mayor parte de Europa, el Magreb y la parte oriental del Mediterráneo; sólo está ausente en las regiones europeas más septentrionales y las Islas Británicas (ASKEW 2004; DIJKSTRA & LEWINGTON 2006). Las otras dos están restringidas al occidente europeo.

La especie *O. uncatus* aportó casi la totalidad de las larvas de esta familia y fue con diferencia la especie de Odonatos más abundante de entre todas las recolectadas en este estudio. Este gónfido está muy adaptado a los tramos altos, con agua corriente, clara y bien oxigenada (FERRERAS-ROMERO & PUCHOL-CABALLERO 1984), y la zona de estudio parece proporcionarle todas estas condiciones de hábitat para establecer una importante zona de reproducción. Sin embargo, el número de larvas pareció disminuir en los tramos más estrechos y de más pendiente (localidades 6 y 7), y ante la ausencia de corriente y presencia de material fino en el lecho (localidad 5). También se ha podido observar que, salvando factores de altitud y corriente del agua, en la zona de estudio *O. uncatus* fue más abundante que *O. forcipatus* en los tramos más estrechos y con mayor

cobertura de vegetación de ribera, como afirman TORRALBA-BURRIAL & OCHARAN (2008).



Figura 38. Detalle de las antenas de las tres especies de larvas de gónfidios: *O. uncatus* (a), *O. forcipatus* (b) y *G. pulchellus* (c) recolectadas en diferentes cursos de agua de la cuenca alta del río Águeda, y distintas imágenes de exuvias de *O. uncatus* recolectadas (d, e y f) (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Solapamiento de ambas especies de *Onychogomphus* se produjo en la localidad 3, donde fueron halladas dos larvas de *O. forcipatus*. Igualmente, durante el otoño de 2011 fueron recolectadas dos larvas de *O. forcipatus* en el río Mayas, en el término municipal de Robleda (42°03'35"N y 06°34'19"W a 755 m s.n.m.) en el límite de la superficie ocupada por el embalse de Irueña, con orillas ocupadas por la especie *Alnus lusitanica* y en donde el flujo del agua era laminar. Otra larva de *O. forcipatus* fue recogida en el río Porteros (40° 8'12"N y 06°20'55"W a 740 m s.n.m), un afluente del

río Agadón, en un tramo aguas abajo de un azud y una toma de agua del río para riego, encajado y de menos de 1 m tanto de ancho como de profundo, soleado y sin vegetación de ribera. El tramo de agua del río Porteros es de carácter estacional, y es que a la especie *O. forcipatus*, a diferencia de *O. uncatatus*, parece no afectarle la estacionalidad de los cursos de agua (FERRERAS-ROMERO & GALLARDO-MAYENCO 1985; TORRALBA-BURRIAL & OCHARAN 2008; FERRERAS-ROMERO & MÁRQUEZ-RODRÍGUEZ 2014). En este mismo punto de muestreo fue localizada la única larva encontrada de *G. pulchellus* en 2011.

Familia Cordulegastridae

Otra especie presente en la zona de estudio fue *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807). Es la especie más ampliamente distribuida en Europa de las cinco que conforman el género *Cordulegaster* Leach, 1815 en este continente (DIJKSTRA & LEWINGTON 2006). Tiene poblaciones desde Escandinavia e Inglaterra hasta Marruecos (ASKEW 2004). En general, *C. boltonii* es una especie asociada a cabeceras y tramos altos de ríos, preferentemente con gran cobertura de vegetación leñosa ribereña y zonas sombrías (CANO-VILLEGAS 2007; TORRALBA-BURRIAL & OCHARAN 2008), que puede llegar hasta los 2400 m de altitud (EVANGELIO-PINACH & DÍAZ-MARTÍNEZ 2015).

En la zona de estudio esta especie constituyó el 1,3% de las larvas de anisópteros (1,2% del total de larvas), más del 75% fueron recolectadas en la localidad 2. También estuvo presente en las localidades 1 (N = 3), 6 (N = 1), y 7 (N = 3). Larvas fueron recogidas todos los meses excepto en marzo, junio, octubre y noviembre. Fueron identificados los cuatro últimos estados larvarios, desde F-0 a F-3, según los rangos de tamaños presentados para esta especie en FERRERAS-ROMERO & CORBET (1999). En septiembre fueron recolectados los tamaños larvarios más pequeños (A.C.: 0,5 mm, recién eclosionadas) y también la larvas más grandes (A.C.: 8,5 mm, larvas que están en el tercer año de su vida, partivoltinismo), es decir, larvas correspondientes a la cohorte de eclosión de ese mismo verano y a la cohorte de emergencia de la primavera siguiente; no fueron observados en ellas ninguno de los signos de metamorfosis descritos en FERRERAS-ROMERO & CORBET (1999).

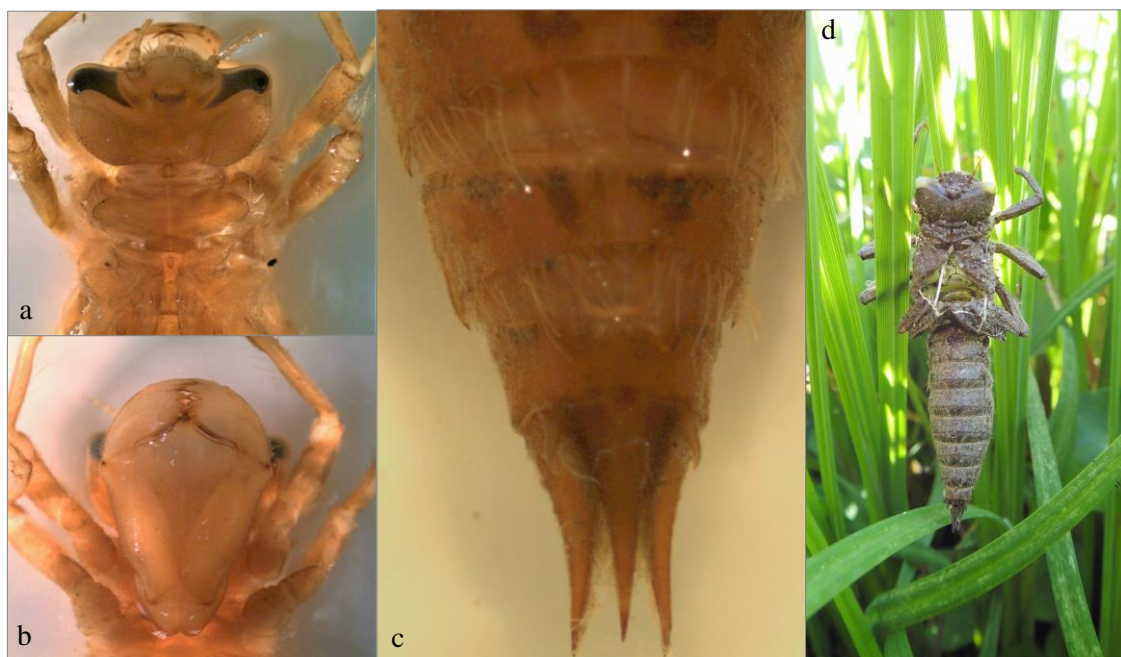


Figura 39. Vista dorsal de la cabeza de larva de *Cordulegaster boltonii* (a), máscara con el margen distal de los palpos en zig-zag (b) y espinas laterales abdominales de los segmentos 8 y 9 (c), ausentes en la especie *Cordulegaster bidentata* Sélys, 1842, también presente en la península ibérica, aunque la segunda está distribuida exclusivamente en la franja pirenaica. Las imágenes pertenecen a una larva recolectada en septiembre de 2012 en el río Rubioso. La imagen de la derecha (d) a una exuvia recolectada a en junio de 2012 en el río Frío. (Foto: T. Velasco-Villanueva).

Familia Macromiidae

De particular interés fue el hallazgo de un ejemplar de la especie *Macromia splendens* (Pictet, 1843). Constituye la única especie de su género en el continente europeo (CORDERO-RIVERA *et al.* 2012) y uno de los mayores odonatos de la península ibérica. Por su gran tamaño cuando alcanza el último estado de crecimiento larvario y sus peculiares características anatómicas las larvas resultan fácil de distinguir de los otros odonatos ibéricos (LUQUE-PINO *et al.* 2013). Es una especie endémica del suroeste de Europa. Su distribución se restringe exclusivamente a la región suroriental de Francia y a la península ibérica (ASKEW 2004). Dentro de la península ibérica habita preferentemente en las regiones atlánticas, habiendo sido localizada en Galicia, Portugal, Castilla y León, Extremadura (OCHARAN *et al.* 2006), Andalucía (MÁRQUEZ-

RODRÍGUEZ & FERRERAS-ROMERO 2008), Aragón (LUQUE-PINO *et al.* 2013) y Cataluña (PINO & SORRIBES 2006). Se ha encontrado tanto en cursos de aguas ácidas como básicas, con zonas casi exclusivamente remansada, de diferente caudal, y flujos incluso intermitentes, con orillas provistas de abundante vegetación de ribera, y donde los fondos sean limosos, y ocasionalmente en zonas con pequeños diques, azudes, e incluso en embalses hidroeléctricos en valles encajados (CORDERO-RIVERA 2000; CORDERO-RIVERA *et al.* 2012), demostrando que posiblemente no requiera unas condiciones de hábitat tan concretas (CORDERO-RIVERA *et al.* 2010) como se suponía (CHELMICK 2006). El desconocimiento que se tiene de su biología se debe, sin duda, a su rareza, y al hecho de que sus poblaciones se encuentran habitualmente en zonas de difícil acceso, y a la dificultad de su captura (CORDERO-RIVERA 2007). Está catalogada como “Vulnerable” a nivel internacional por la IUCN, pero en España se le asigna la categoría de “En Peligro Crítico” en el Libro Rojo (VERDÚ & GALANTE 2006) y aparece con la categoría “En peligro” en el R.D. 139/2011. El ejemplar capturado tiene una anchura cefálica de 3,7 mm, y los esbozos alares alcanzan el inicio del segundo segmento abdominal. La larva recolectada probablemente se trata de un ejemplar que se encuentra en su segundo año de vida, dado que el ciclo de esta especie es semi/partivoltino (CORDERO-RIVERA 2007).



Figura 40. Larva de *Macromia splendens* recolectada en otoño del 2011 en el río Mayas en (Foto: T. Velasco-Villanueva).

4.3.2. Valoración de la calidad del agua de los ríos estudiados con el índice *Iberian Stream Odonatological Index* (ISOI)

En las cuatro localidades donde pudo ser calculado el índice ibérico basado en la comunidad de Odonatos presente en un curso de agua (ISOI), este índice alcanzó puntuaciones elevadas, mostrando la buena calidad ambiental existente en estos tramos altos de la cuenca del río Águeda.

Tabla 19. Puntuación y categoría de calidad de las localidades estudiadas según el ISOI. F, número de familias; G, número de géneros; S, número de especies semi-/partivoltinas; R, número de especies restantes; N, número total de especies halladas. En las localidades donde el número de especies de odonatos recolectas fue inferior a cuatro no es aplicable este índice (Ferrerías-Romero, 2013).

Localidad (río)	Muestras utilizadas: mes y año	F	G	S	R	N	ISOI	Calidad
1 (Agadón)	Nov12, Abr13 y Sep13	5	5	3	2	5	11	Buena
2 (Frío)	May12, Ago12 y Oct12	5	5	3	3	6	10	Buena
3 (Águeda)	Jun12, Sep12 y Abr13	6	7	4	4	8	13	Alta
4 (Payo)	Jun 12, Sep 12 y Abr13	3	3	2	1	3	-	-
5 (Perosín)	Jun12, Sep12 y Abr13	2	2	2	0	2	-	-
6 (Rubioso)	Jun12, Sep12 y Abr13	5	5	3	2	5	11	Buena
7 (Vegas)	Jun12, Sep12 y Abr13	3	3	3	0	3	-	-

Los cursos que representan las cabeceras de la cuenca (Agadón, Frío y Rubioso) presentaron, en los tramos estudiados, una puntuación muy parecida. Resultan valorados dentro de la categoría correspondiente a una calidad “Buena”, con puntuaciones muy similares o coincidentes, que oscilan entre 10 y 11, consecuencia de la gran similitud

(entre el 80 y el 100%) en las especies que albergan. Se trata de una comunidad típica de tramos altos de ríos ibéricos, constituida básicamente por las especies de zigópteros *Calopteryx virgo* y *Pyrrhosoma nymphula*, y por anisópteros semi/partivoltinos como son *Boyeria irene*, *Onychogomphus uncatatus* y *Cordulegaster boltonii*. Merece ser destaca la ausencia absoluta en estos ríos de especies termófilas, uno de los componentes en la fórmula para el cálculo del ISOI.

En las localidades 4, 5, y 7 no procede calcular este índice al no cumplir la condición necesaria para su aplicación en un curso de agua: albergar un mínimo de cuatro especies, en estas tres localidades este número fue inferior.

4.4. El ciclo vital de *Boyeria irene*

Determinación de las clases de estado larvario

Desde marzo de 2012 hasta febrero de 2014, se recolectaron 143 larvas. Los criterios de asignación fueron el ancho cefálico (AC), y la longitud de la pteroteca (LPt), en caso de estar presente, y el ratio AC/LPt (TENNESSEN 2017). Las larvas F-0 pudieron ser reconocidas inequívocamente por la posesión de las siguientes características: AC 7,6-8,3 mm, y LPt 8,6-9,3 mm de largo y alcanzando el cuarto segmento abdominal (Figura 41, Tabla 20); el ratio AC/LPt 1,07-1,13 (media 1,11); El ancho cefálico y la longitud de la pteroteca de F-1 son discretos, y LPt 4,1-5,0 mm; LPt/AC 0,64-0,71 (media 0,68).

El ancho cefálico de las larvas F-2 y F-3 se solapan (4,9 mm), pero la longitud de la pteroteca es discreta, siendo 2,1-2,7 en F-2 y 1,5-1,9 en F-3; el ratio LPt/AC F-2, 0,42-0,49 (media 0,45), and F-3, 0,33-0,40 (media 0,36). Aparentemente, considerando que el número de larvas es bajo, los rangos de AC y LPt de F-4 son discretos, LPt 1,0-1,4mm y LPt/AC 0,26-0,33 (media 0,29). Larvas con un ancho cefálico inferior a 3.5 mm y una longitud de pteroteca inferior a 0,9 mm se asignaron a la categoría 'smaller'.

Datos de emergencia

Desde principios de junio de 2013 hasta finales de julio de 2014, se recolectaron 141 F-0 exuvias (77 hembras). Tanto en el río Agadón como Frío, las primeras exuvias se obtuvieron el 4 de junio de 2013 (1♀ y 3♂♂, respectivamente). Durante este período, las últimas exuvias fueron recolectadas el 24 de julio de 2014 (17♂♂, 20♀♀) en el río Agadón y el 25 de julio de 2014 (12♂♂, 17♀♀) en el río Frío. En las visitas de muestreo adicionales realizadas en agosto y septiembre de 2017, se encontraron 19 y 29 exuvias pertenecientes a larvas F-0 de *B. irene*, en Agadón y Frío, respectivamente. Las últimas exuvias fueron recolectadas el 20 de septiembre (1♂, 2♀♀) en el arroyo Frío. Se muestra gráficamente la emergencia en la parte superior de la Figura 42 y el inventario de exuvias recolectadas durante este periodo en la Tabla 21.

Desarrollo larvario

Los datos más importantes sobre este aspecto se resumen en la Tabla 20 y la Figura 42. Debido al bajo número de larvas muestreadas, las distribuciones de tamaño están fragmentadas, y los datos de todas las localidades y años se evalúan conjuntamente.

La eclosión tuvo lugar a finales de la primavera y principios del verano. Durante el resto de la temporada, estas larvas claramente crecieron hasta un rango de 2,6 a 4,2 mm AC (probablemente de F-6 a F-4), donde pasaron su segundo invierno (su primero como larvas). Estas pequeñas larvas permanecieron en este rango de AC durante todo el invierno hasta la primavera.

Durante el siguiente verano, su segundo en estado larval, estas larvas crecieron lentamente, y muchas alcanzaron F-1, unas pocas F-0, durante el otoño, hibernaron en estos estados y emergieron durante el próximo verano, completando así el desarrollo en tres años (partivoltinismo). Las numerosas larvas que pasan el invierno en F-2 deben haber emergido en el siguiente verano, pero su origen y edad pueden ser complejos.

Al observar la Tabla 20, parece que las larvas hibernantes F-2 pertenecen a la cohorte senior, con un desarrollo de tres años. Esto se ve reforzado por la ausencia de

larvas clasificadas como F-3 de agosto a marzo, que separan las larvas F-2 de la cohorte junior. Sin embargo, mirando los tamaños de las larvas, también mostrados en la Figura. 42, sugiere que las relativamente grandes F-4 (de acuerdo con su AC y LPt) en septiembre-octubre pueden haber funcionado como F-3, dando lugar a las pequeñas larvas F-2 hibernantes (Tabla 20).

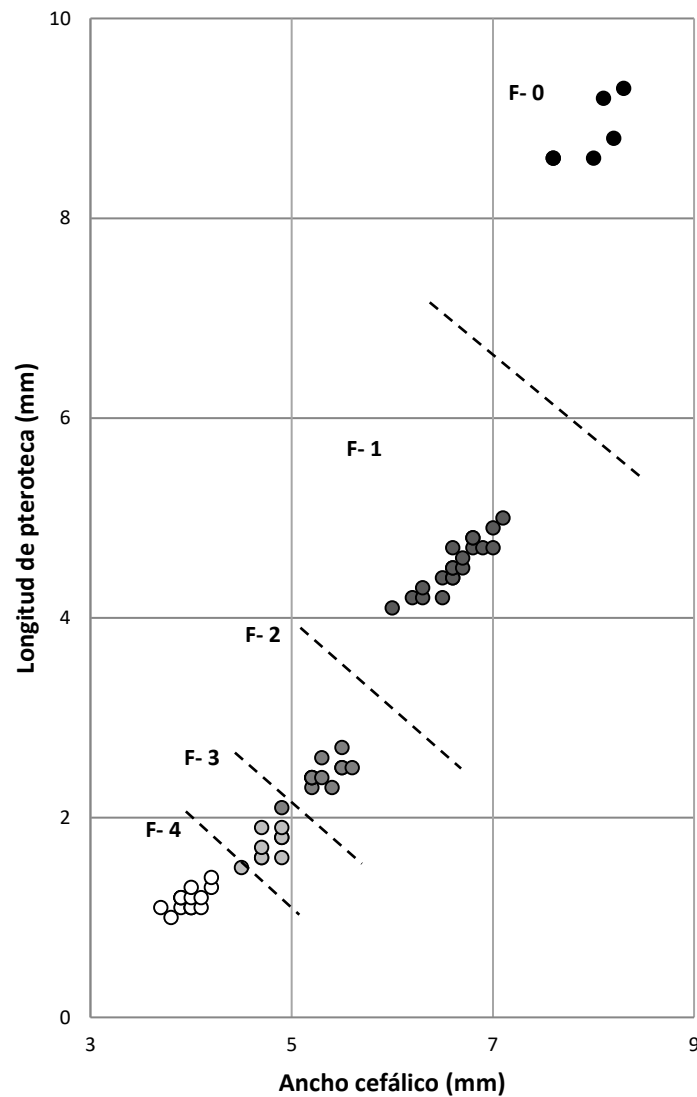


Figura 41. Relación entre el ancho cefálico (mm) y longitud de pteroteca (mm) de las larvas de *Boyeria irene* de todas las localidades. Las líneas discontinuas separan las últimas cinco clases de edad (F-0 a F-4) representadas con diferentes colores. (Fuente: T. Velasco-Villanueva).

Tabla 20. Rango mensual y promedio del ancho cefálico de las larvas de *Boyeria irene* en los últimos cinco estados, y colectivamente para las larvas más pequeñas, de marzo de 2012 a febrero de 2014, todos los sitios combinados. En el encabezado de la tabla, solo se muestran los números de larvas de Agadón y Frío entre paréntesis. Para cada estadio, los números totales de larvas medidas cada mes se muestran entre paréntesis. Los porcentajes mensuales para cada estadio de larvas de Agadón y Frío sólo se muestran entre paréntesis. La evidencia de reclutamiento se muestra en **negrita y cursiva**. El crecimiento probable de la cohorte de incubación a F-2 en el primer año está indicado por flechas.

Meses en 2012-2014 N=143 (105)	F-0 N=6 (4)	F-1 N=20 (17)	F-2 N=13 (9)	F-3 N=9 (9)	F-4 N=15 (12)	Larva 'Smaller' N=80 (54)
Marzo (2012 & 2013)	-	-	-	-	4.0 [1] (8%)	2.6-3.4 [3] x= 3.03 (6%)
Abril	-	6.2-6.5 [4] x= 6.33 (12%)	-	4.7 [1] (11%)	4.0 [1] (--%)	3.1-3.4 [2] x= 3.25 (--%)
Mayo	8.0 [1] (25%)	6.0 [1] (6%)	-	4.5-4.9 [2] x= 4.70 (22%)	3.8-4.0 [3] x= 3.93 (25%)	0.9-3.1 [2] x=(cohorte diferente) (4%)
Junio	7.6 [2] x=7.60 (25%)	-	-	4.7-4.9 [5] x= 4.78 (56%)	-	0.7-1.3 [29] x= 0.96 (17%)
Julio	-	-	5.5-5.6 [2] x= 5.55 (22%)	4.9 [1] (11%)	-	1.1-2.4 [10] x= 1.72 (19%)
Agosto	-	6.5-6.9 [3] x= 6.73 (18%)	5.5 [1] (11%)	-	-	1.8-3.4 [16] x= 2.26 (30%)
Septiembre	-	6.6-7.0 [2] x= 6.80 (12%)	5.2 [1] (--%)	-	4.2 [1] (--%)	2.4-3.4 [8] x= 2.90 (11%)
Octubre	-	6.8-7.1 [2] x= 6.95 (12%)	5.2 [1] x= 5.20 (11%)	-	3.9-4.2 [4] x= 4.03 (33%)	2.6-3.2 [6] x= 3.00 (11%)
Noviembre	8.1 [1] (25%)	6.6 [1] (6%)	5.3 [1] (11%)	-	3.7 [1] (8%)	2.7 [1] (2%)
Diciembre	-	6.6 [2] x= 6.60 (6%)	5.4-5.5 [2] x= 5.45 (22%)	-	-	-
Enero (2013 & 2014)	8.2-8.3 [2] x= 8.25 (25%)	6.6-6.8 [4] x= 6.70 (24%)	4.9-5.3 [5] x= 5.16 (22%)	-	4.1 [1] (--%)	2.9-3.2 [3] x= 3.10 (2%)
Febrero	-	7.0 [1] (6%)	-	-	3.9-4.0 [3] x= 3.93 (25%)	-

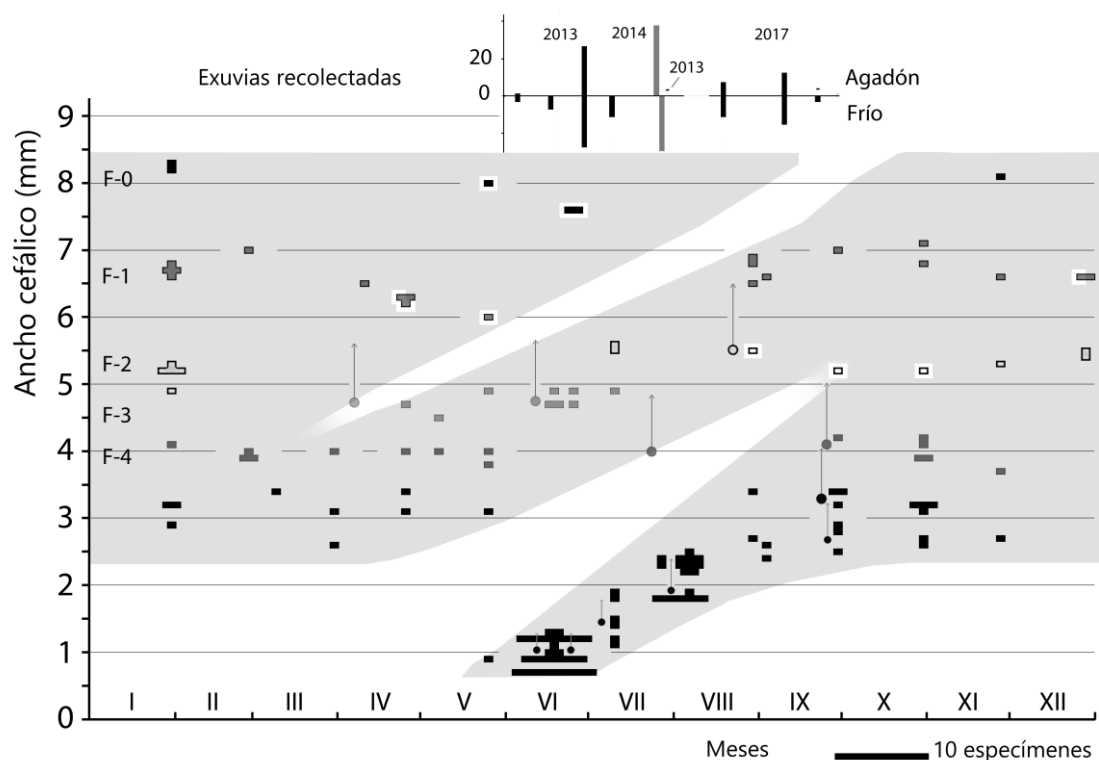


Figura 42. Diagrama de ejes resumiendo los datos de desarrollo larval de *Boyeria irene*, de marzo de 2012 a febrero de 2014, de todos los sitios combinados. Las rutas probables de desarrollo se muestran sombreadas. Las muestras de fechas cercanas se han fusionado por razones prácticas. Las larvas "limpias" (recién mudadas) se registraron para F-0 a F-2, y están indicadas por áreas blancas circundantes. Los últimos cinco estados, asignados biométricamente, están codificados con diferentes sombreados. Los símbolos redondos, con códigos de estadio, representan el hallazgo de exuvias en el agua, asignados a categorías de estados (F-5 a F-1, y más pequeños), y fueron aproximadamente colocados a la izquierda de la fecha de muestreo y en un ancho cefálico aproximado, con flechas que indican un aumento de tamaño probable en la muda. Cada símbolo para larvas pequeñas (pre-F-5) a veces representa muchas exuvias. Los números de exuvia F-0 recopilados se muestran como histogramas para las fechas de inspección (ancho de columnas 2 días). Las inspecciones en las que no se encontraron exuvias se muestran con "-". Las muestras individuales de 2014 se reflejan en gris [Fuente: VELASCO-VILLANUEVA *et al.* (2018)].

Tabla 21 Exuvias recolectadas entre junio de 2013 y julio de 2014, y agosto y septiembre de 2017, en los arroyos Agadón y Frío.

Río	Fecha	<i>B. irene</i>	<i>O. uncatu</i>	<i>C. boltonii</i>
Agadón	04 Jun 2013	1♀	-	1♂
Frío	04 Jun 2013	3♂♂	-	3♂♂ 1♀
Frío	15 Jun 2013	1♂ 6♀♀	-	13♂♂ 22♀♀
Agadón	28 Jun 2013	17♂♂ 9♀♀	16♂♂ 6♀♀	-
Frío	28 Jun 2013	11♂♂ 16♀♀	4♂♂ 7♀♀	-
Frío	07 Jul 2013	3♂♂ 8♀♀	2♂♂ 7♀♀	3♂♂ 5♀♀
Agadón	28 Jul 2013	-	4♂♂ 1♀	-
Agadón	24 Jul 2014	17♂♂ 20♀♀	-	-
Frío	25 Jul 2014	12♂♂ 17♀♀	-	-
Agadón	16 Aug 2017	3♂♂ 4♀♀	-	-
Frío	16 Aug 2017	5♂♂ 6♀♀	1♂ 2♀♀	-
Agadón	08 Sep 2017	6♂♂ 6♀♀	-	-
Frío	08 Sep 2017	7♂♂ 8♀♀	2♂♂ 1♀	1♀
Agadón	20 Sep 2017	-	-	-
Frío	20 Sep 2017	1♂ 2♀♀	-	-

Esto también fue respaldado por muestras recogidas en un muestreo previo de 2011 en el río Agadón con cuatro grandes F-4 (AC 4,0–4,4 mm, LPt/AC ratios 0,30–0,32) del 11 de septiembre, no incluidas en el estudio. Durante la siguiente primavera y verano, las pequeñas F-2 produjeron F-1 pequeñas (abril y mayo) y F-0 (junio) y emergieron. Éstas por tanto, fueron semivoltinas y contribuyeron a la emergencia anual más tardía de la cohorte. Tal vez las F-3 no muestreadas durante el invierno y algunos "F-4" grandes se hayan podido unir a la cohorte emergente durante la primavera, formando parte de una emergencia tardía (septiembre). Los hallazgos de exuvias respaldan este escenario: un F-4 a finales de septiembre y un F-3 a principios de abril (Tabla 22).

Las larvas más pequeñas F-4 durante el invierno y la primavera claramente mudaron en grandes F-3 de abril a julio, de hecho solapándose en tamaño con las larvas

que pasan el invierno en F-2 (Figura 42). Este ultimo estadio tenía una ratio LPt/AC de 0,43, muy similar al rango de tamaño 0,37-0,39 observado en el F-3. Más tarde en verano, estos F-3 dieron lugar a grandes F-2, y éstos a las larvas de mayor tamaño que pasan el invierno en F-1 y F-0. Una exuvia asignada a F-4 encontrada a finales de julio indica que todavía había larvas relativamente pequeñas en el momento. Por lo tanto, el estadio F-2 de otoño podría representar el punto de "fusión de cohorte" (Figura 42).

Tabla 22. Información sobre la época de crecimiento larval de *Boyeria irene* basada en las exuvias recolectadas y los cambios de fase asignados a cada una de ellas.

<i>B. irene</i> Exuvias	F-1 (→F-0)	F-2 (→F-1)	F-3 (→F-2)	F-4 (→F-3)	Smaller (→ ¿?)
Agadón 11-04-2012			1		
Frío 19-06-2012			1		2 (→ smaller)
Frío 26-06-2013					2 (→ smaller)
Agadón 11-07-2012					1 (→ smaller)
Vegas 11-07-2012					1 (→ smaller)
Frío 28-07-2013				1	
Agadón 07-08-2012					1 (→ smaller)
Frío 30-08-2013		1			
Agadón 30-09-2012				1	
Águeda 30-09-2012					1 (→ smaller) 1 (→ F4)

Desde finales de otoño hasta el invierno (noviembre - enero) y en julio, algunas larvas F-2 tenían una gruesa capa de partículas en la superficie del cuerpo, larvas "sucias" (Tabla 23, Tabla 24), indicando un largo tiempo en el mismo estadio; por lo tanto, hubo una desaceleración del crecimiento de las larvas de F-2 durante este tiempo. La aparición de larvas F-2 "limpias", recientemente mudadas, de agosto a octubre indicó

el paso al estadio F-2 durante este tiempo (crecimiento otoñal, F-3 → F-2). Algunas pueden pertenecer al componente partivoltino, pero es probable que las pequeñas larvas F-2 de septiembre-octubre sean semivoltinas. Durante abril y mayo, las larvas F-2 que sobreviven al invierno mudaron a F-1 pequeñas y "limpias" (probablemente componente semivoltino). También en diciembre una larva F-1 relativamente grande y "limpia" indicó el paso desde el estadio F-2 (componente partivoltino). Larvas "limpias" de F-0 fueron encontradas durante la primavera y el comienzo del verano, indicando un crecimiento de F-1 hasta la emergencia. Las larvas "sucias" en F-0 y F-1 encontradas en otoño e invierno obviamente estaban pasando el invierno.

Tabla 23. Registros mensuales de los últimos estados 'limpio' (recientemente mudado) y 'sucio' de larvas de *Boyeria irene*, que muestran patrones temporales de muda en los tres últimos estados. Los anchos cefálicos de las muestras se muestran entre paréntesis.

Río	F-2			F-1			F-0		
	Agadón	Frío	Otros ríos	Agadón	Frío	Otros ríos	Agadón	Frío	Otros ríos
Limpio	Oct (AC: 5,2)	Ago (5,5)	Sep (5,2)	-	Dic (6,6) May (6,0)	Abr (6,2; 6,3)	Jun (7,6)	May (8,0)	Jun (7,6)
Sucio				Oct (7,1)	Sep (7,0)				
	Nov (5,3)			Nov (6,6)	Ene (6,6;				
	Dic (5,4)	Dic (5,5)	Ene (4,9;	Dic (6,6)	6,7,	Sep (6,6)	Nov (8,2)		Ene (8,3)
	Ene (5,2; 5,3)	Jul (5,5)	5,2; 5,2)	Feb (7,0)	6,7; 6,8)		Ene (8,1)		
	Jul (5,6)			Mar (6,3; 6,5)	Ago (6,5)				

En las muestras de finales de otoño e invierno (noviembre-marzo) el número de larvas F-1 y F-2 casi triplicó las de F-0 (Tabla 20). Dado que sólo unas pocas larvas parecían haber pasado su último invierno como F-0, *B. irene* es una especie típica de "verano" *sensu* CORBET (1964). En la Tabla 25 se muestra un breve resumen del ciclo de vida de *Boyeria irene*.

Tabla 24. Número mensual de larvas de *Boyeria irene* ‘limpias’ y ‘sucias’ tabuladas para mostrar el patrón temporal de la muda de los estados penúltimo y final. Las larvas ‘limpias’ se supone que han entrado en el estadio recientemente.

	F-1		F-0	
	Limpia	Sucia	Limpia	Sucia
Marzo				
Abril	2	2		
Mayo	2	1	1	2
Junio			2	1
Julio			1	
Agosto		1		
Septiembre	2	2	3	
Octubre		1		
Noviembre		1		1
Diciembre	1	1		
Enero		4		2
Febrero		2		

Tabla 25. Ciclo de vida resumido de *Boyeria irene* en la Cuenca alta del río Águeda

Año	Invierno (Dic-Mar)	Primavera (Abril-Junio)	Principios de verano (Julio)	Finales de verano (Agosto-Sept)	Otoño (Oct-Nov)
Primero	Diapausa de huevo	Eclosión	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento, Incluso hasta F-4
Segundo	F-6, F-5, F-4 (2,4-4,1 mm) Cohorte Junior	Crecimiento F-5, F-4, F-3	Crecimiento F- 3, F-2 (F-1?)	Crecimiento (Incluso hasta F- 0 → metamorf., emergencia, y oviposición de los semivoltinos, o componentes de rápido crecimiento)	Crecimiento F-2, F-1, F-0
Tercero	F-2, F-1, F-0 (4,9-8,3 mm) Cohorte senior	Crecimiento F-1, F-0 metamorf. y emergencia	Emergencia y oviposición de componentes partivoltinos		

4.5. El ciclo vital de *Onychogomphus uncatus*

Determinación de las clases de estado larvario

Desde marzo de 2012 a febrero de 2014, 1.726 larvas fueron recolectadas y analizadas. Los criterios de asignación fueron los mismos que para *B. irene*. F-0 siempre pueden ser reconocidas inequívocamente por la posesión de los siguientes caracteres: AC: 5,1-5,9 mm, y LPt 6,1-7,2 mm y alcanzando el cuarto segmento abdominal; el ratio LPt/AC fue 1,11-1,28 (media 1,22) (Tabla 26). Existe una superposición casi constante de F-1 a F-4 en todos los criterios de asignación a los sucesivos estados larvarios, lo que una asignación poco segura, llegando a ser incierta en particular en la parte inferior del rango de cada estado larvario. Larvas con un tamaño de ancho cefálico menor de 2,4 mm y longitud de pteroteca menor de 0,5 mm fueron asignadas a "smaller". F-3 y F-4 formaron de hecho un pico fusionado, relativamente ancho tanto en el ancho cefálico como en la longitud del estuche alar, que se separó de las larvas más pequeñas y, en particular, de F-2, por mínimos de frecuencia (Figura 43).

Tabla 26. Rangos de ancho cefálico (AC), longitud de pteroteca (LPt) y el ratio (LPt/AC) para los diferentes grupos de estados de larvas de *Onychogomphus uncatus* (número de larvas entre paréntesis). Para LPt y LPt/AC se muestran rangos reducidos que contienen 90% o más de las muestras para algunos estados. Para LPt/AC también se dan valores de medias.

Asignación de estadio	AC	LPt	LPt/AC (media)
F-0 (N=54)	5,1-5,9	6,1-7,2	1,11-1,28 (1,22)
F-1 (N=55)	3,7-4,4	2,1-3,4 (98% con 2,3-3,4)	0,55-0,79 (0,72) (91% con 0,64-0,79)
F-2 (N=83)	3,1-3,7	1,4-2,3 (98% con 1,4-2,1)	0,43-0,67 (0,52) (94% con 0,45-0,60)
F-3 (N=69)	2,7-3,1	1,0-1,3	0,34-0,43 (0,38) (94% con 0,34-0,41)
F-4 (N=88)	2,4-2,7	0,5-1,0	0,21-0,40 (0,33) (90% con 0,25-0,36)
"smaller"	<2,4	<0,5	

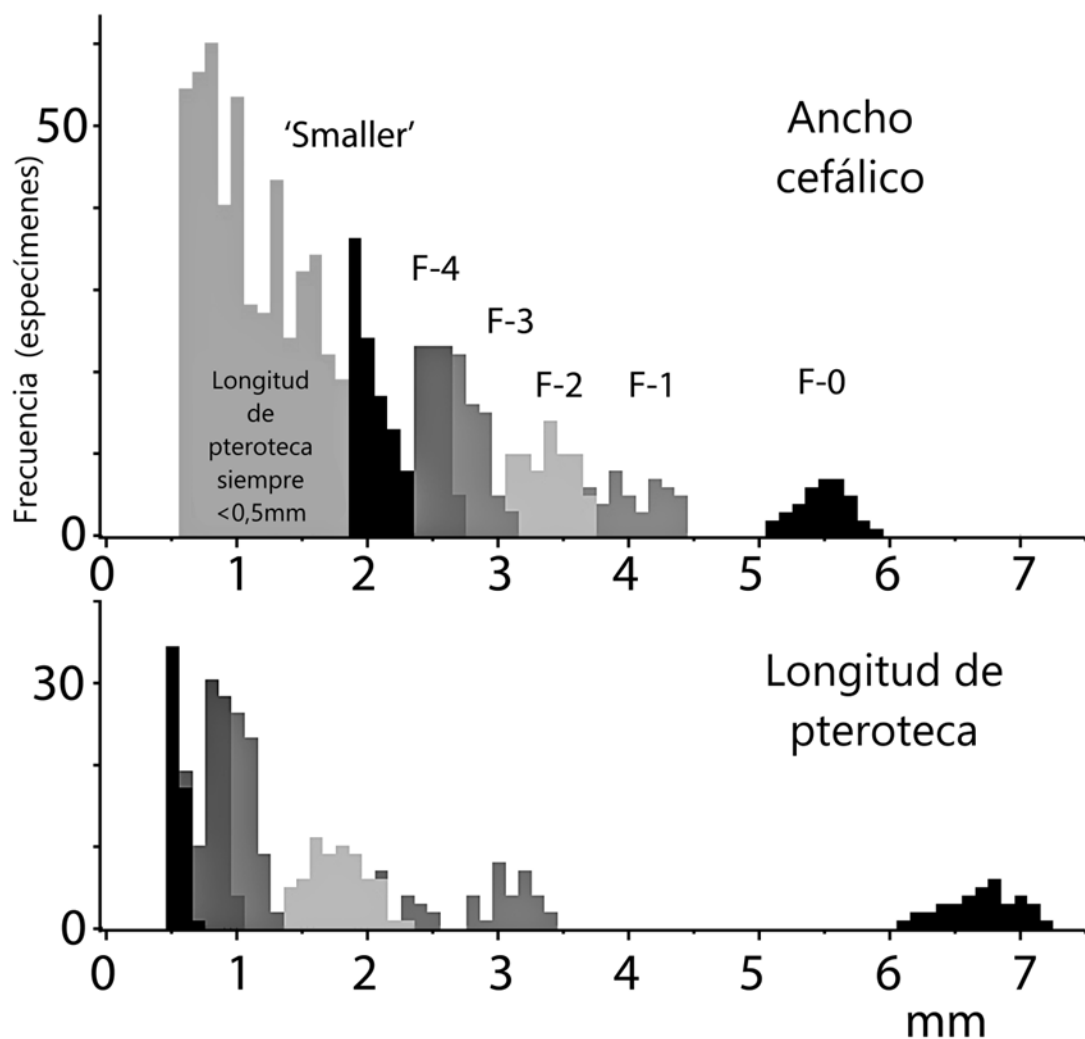


Figura 43. Anchos cefálico (>0,5 mm) y longitudes de pterotecas (>0,4 mm) de *Onychogomphus uncatus* del río Agadón y Frío. Se muestran los últimos cinco estados larvales asignados (F-4 a F-0) y parte de las larvas 'smaller'. Las sombras de los estados recuerdan a las de la Figura 44. Las larvas con un ancho cefálico <1,9 mm (gris) siempre tienen una longitud de pteroteca <0,5 mm, pero esto también se aplica a muchas de las larvas (negras) justo por encima de este tamaño. [Fuente: VELASCO-VILLANUEVA *et al.* (2018)].

Datos de emergencia

Entre junio y julio de 2013 se recolectaron 47 exuvias F-0 (21 hembras). Tanto en el río Agadón como en el Frío, las exuvias más antiguas y más numerosas se obtuvieron el 28 de junio (16♂♂ y 6♀♀, y 4♂♂ y 7♀♀, respectivamente), y las últimas

el 28 de julio (4♂♂ y 1♀) en el río Agadón. En los muestreo adicionales llevadas a cabo en agosto y septiembre de 2017, se encontraron seis exuvias F-0 (3♀♀) en el río Frío (Tabla 21).

Desarrollo larvario

La mayoría de los datos más relevantes se resumen en la Tabla 27 y la Figura 44. También en esta especie el número de larvas muestreadas fue algo errático y bajo durante los últimos cinco estados. Un análisis preliminar con los cursos de agua y años separados sugirió que las diferencias entre los años estudiados y los dos cursos de agua Frío y Agadón continuamente muestreadas eran menores o inexistentes. Por lo tanto, los datos del Frío y Agadón, y los diferentes años, se combinaron. Los datos más dispersos de las otras localidades adicionales muestreadas en otros cursos de agua (véase la Tabla 1) no se incluyeron en la Figura 44.

Las larvas más pequeñas (AC alrededor de 0,35 mm) se recogieron a finales de agosto y septiembre, pero larvas ligeramente más grandes (AC por debajo de 0,4 mm) fueron encontradas a finales de julio hasta finales de noviembre. Estas últimas formaron picos prominentes en agosto - septiembre (Figura 45), en el momento en el que las larvas más pequeñas también aparecieron. Una revisión de las muestras sugirió que todas estas larvas pequeñas eran larvas recién eclosionadas, y que los anchos cefálicos tan pequeños a menudo fueron artefactos que se preservaban blandos y frescos en los especímenes. También hubo larvas aisladas con AC alrededor de 0,45 y 0,55 mm a finales de julio, y de 0,45 a 0,48 mm en junio y principios de julio (Figura 45), casi con seguridad pertenecientes a una cohorte más vieja.

En este estudio se considera que la primera estación (o verano) de desarrollo, es aquella en la que la eclosión tiene lugar antes del invierno. Durante el primer otoño, las larvas de la cohorte de eclosión crecieron lentamente hasta un tamaño de menos de 1 mm de ancho cefálico, donde pasaron su primer invierno, algunas después de mudar sólo una vez (Figura 45).

Tabla 27. *Onychogomphus uncatus*. Rango mensual y promedio del ancho cefálico de las larvas en los últimos cinco estados, y colectivamente para las larvas más pequeñas, de marzo de 2012 a febrero de 2014, de todos las localidades combinadas.

Meses en 2012-2014 N= 1726 (1368)	F-0 N= 54 (37)	F-1 N= 55 (39)	F-2 N= 83 (64)	F-3 N= 69 (56)	F-4 N= 88 (74)	'Smaller' N=1377 (1098)
Marzo (2012 & 2013)	5,2-5,9 [2] x=5,55 (5,40%)	-	3,1-3,6 [5] x=3,34 (7,81%)	2,8-3,0 [3] x=2,93 (5,36%)	2,5 [2] x=2,50 (2,70%)	0,7-2,2 [28] x=1,45 (2,55%)
Abril	5,1-5,7 [11] x=5,42 (8,11%)	3,7-4,4 [9] x=3,97 (12,82%)	3,1-3,6 [9] x=3,37 (4,69%)	2,7-3,0 [8] x=2,79 (5,36%)	2,4-2,7 [7] x=2,54 (8,11%)	0,4-2,2 [54] x=1,51 (3,01%)
Mayo	5,2-5,6 [4] x=5,42 (10,81%)	4,0-4,4 [4] x=4,20 (10,26%)	3,1-3,7 [14] x=3,35 (21,87%)	2,7-3,1 [6] x=2,90 (10,71%)	2,4-2,7 [11] x=2,53 (14,86%)	0,5-2,3 [65] x=1,46 (5,92%)
Junio	5,3-5,4 [4] x=5,35 (5,40%)	3,8-4,4 [7] x=4,20 (10,26%)	3,1-3,6 [22] x=3,35 (20,31%)	2,7 [1] (--%)	2,4-2,6 [12] x=2,47 (8,11%)	0,5-2,3 [151] x=1,05 (3,10%)
Julio	-	4,0-4,4 [4] x=4,22 (10,26%)	3,1-3,7 [4] x=3,40 (6,25%)	-	2,4 [1] (1,35%)	0,4-2,3 [120] x=0,91 (10,93%)
Agosto	5,60 [1] (2,70%)	3,8-4,3 [6] x=4,12 (15,38%)	3,1-3,7 [4] x=3,37 (6,25%)	2,7 [1] (1,79%)	2,4 [1] (1,35%)	ca. 0,3 -2,2 [231] x=0,60 (21,04%)
Septiembre	5,4-5,7 [14] x=5,52 (18,92%)	3,8-4,2 [10] x=4,04 (10,26%)	3,3-3,7 [5] x=3,46 (6,25%)	2,7-3,0 [7] x=2,84 (7,14%)	2,4 -2,7 [8] x=2,52 (8,11%)	ca. 0,3 -2,3 [408] x=0,67 (25,05%)
Octubre	5,2-5,8 [3] x=5,57 (8,11%)	3,9-4,1 [2] x=4,00 (5,13%)	-	2,7-2,9 [6] x=2,80 (10,71%)	2,4-2,6 [6] x=2,45 (8,11%)	0,4-2,2 [75] x=1,07 (6,83%)
Noviembre	5,3-5,7 [5] x=5,50 (13,51%)	4,3 [1] (2,56%)	3,5 [1] (1,56%)	3,1 [1] (1,79%)	2,4-2,6 [4] x=2,50 (5,41%)	0,4-2,2 [29] x=0,81 (2,64%)
Diciembre	5,5-5,7 [4] x=5,57 (10,81%)	3,9 [1] (2,56%)	3,3-3,6 [5] x=3,50 (7,81%)	2,7-3,0 [11] x=2,77 (19,64%)	2,4-2,7 [10] x=2,55 (13,51%)	0,4-2,1 [69] x=0,86 (6,28%)
Enero (2013 & 2014)	5,30-5,80 [4] x=5,55 (10,81%)	3,7-4,2 [8] x=3,91 (12,82%)	3,1-3,5 [9] x=3,32 (9,37%)	2,7-2,9 [15] x=2,80 (19,64%)	2,4-2,6 [17] x=2,51 (16,22%)	0,4-2,3 [71] x=1,19 (5,74%)
Febrero	5,1-5,6 [2] x=5,35 (5,40%)	4,1-4,3 [3] x=4,20 (7,69%)	3,3-3,6 [5] x=3,40 (7,81%)	2,7-3,0 [10] x=2,84 (17,86%)	2,4-2,7 [9] x=2,54 (12,16%)	0,4-2,3 [76] x=0,96 (6,92%)

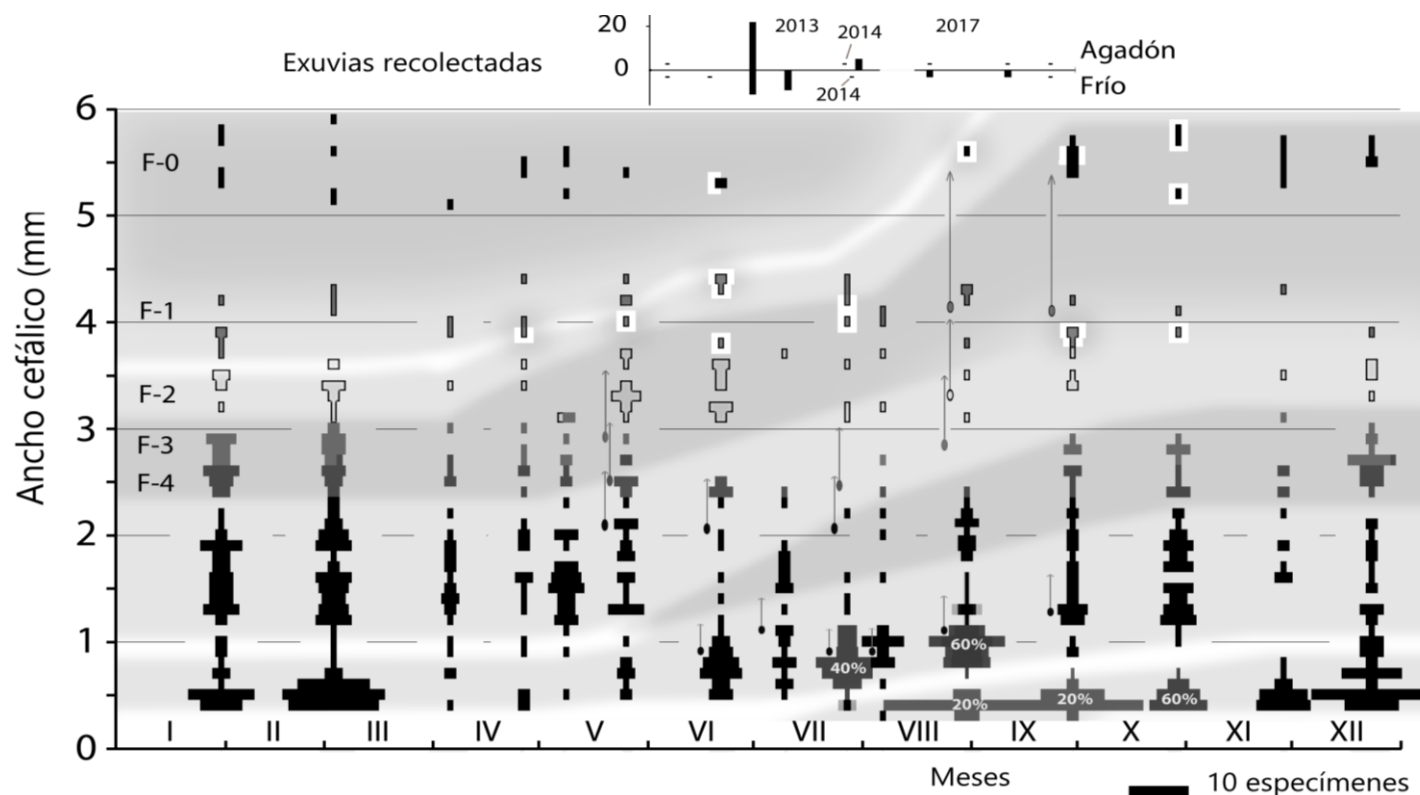


Figura 44. Diagrama de ejes que resume los datos de desarrollo larvario de *Onychogomphus uncatus* de marzo de 2012 a febrero de 2014, sólo en los ríos Frío y Agadón. La gráfica está diseñada esencialmente como la Figura 42, pero las exuvias que se encuentran en el agua se muestran aquí como óvalos. Los matices más oscuros representan posibles superposiciones de cohortes. Muchas muestras de fechas diferentes pero cercanas (duración máxima de 11 días) se combinan, incluso a lo largo de meses, con una fecha promedio ponderada. Para la legibilidad, partes de algunas muestras grandes se reducen en escala al porcentaje indicado. Las larvas "limpias" (recién mudadas) se registraron solo para F-0 y F-1. [Fuente: VELASCO-VILLANUEVA *et al.* (2018)].

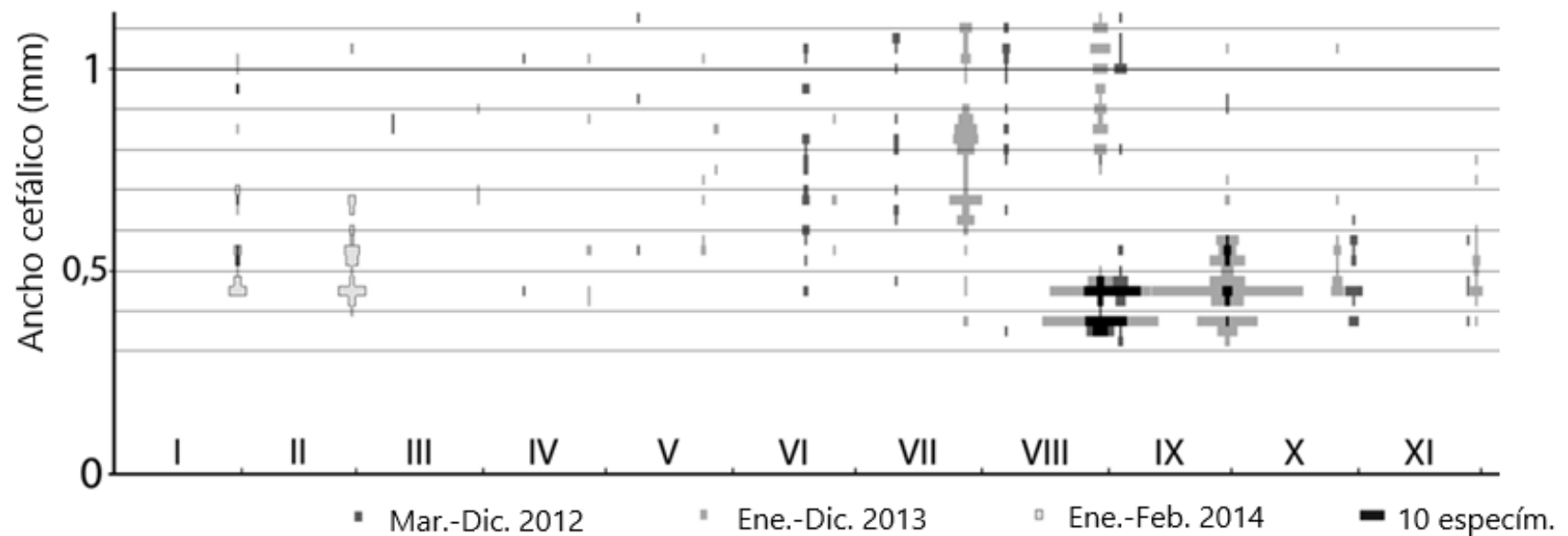


Figura 45. Gráfico de *Onychogomphus uncatatus* que incluye sólo larvas pequeñas (AC <1,2 mm). Las larvas recién eclosionadas (AC <0,4 mm) fueron recolectadas desde finales de julio hasta finales de noviembre. También hubo larvas aisladas con AC alrededor de 0,5 y 0,6 mm a finales de julio, y aproximadamente 0,5 mm en junio y principios de julio, sin duda de una cohorte mayor. Las larvas más pequeñas que pasan el invierno en este estadio formaron un pico en AC 0,45-0,55 mm. [Fuente: VELASCO-VILLANUEVA *et al.* (2018)].

Después del primer invierno como larva, durante el segundo verano, la mayoría de las larvas pequeñas que hibernaron crecieron lentamente, y parecieron alcanzar una AC comprendido entre 1,2-2,2 mm al llegar a su segundo invierno. Esta tasa de crecimiento se correlaciona bien con el crecimiento lento del primer otoño. Simultáneamente, algunas larvas de crecimiento rápido posiblemente alcanzaron una AC de hasta 3 mm debido a una tasa de crecimiento muy alta durante el segundo verano-otoño (Figura 44, sombreado más oscuro); pero el tamaño de las muestras a menudo fue pequeño e irregular, y ahora las dos cohortes de eclosión aparecen confluyentes, no son fácilmente diferenciables. La más grande de estas últimas larvas fue asignada al estado F-3 (Tabla 27).

Después de este segundo invierno, la interpretación del crecimiento se vuelve cada vez más incierta debido al solapamiento de cohortes. Respecto a las larvas que pasan el invierno con rangos de tamaño entre 1,2 a 2,2 mm, al menos las más pequeñas pasaron su tercer invierno en el pico del estadio F-3/F-4, posiblemente solapándose con algunas larvas de la cohorte más joven (Figura 44, sombreado más oscuro). Este lento camino de desarrollo fue claramente seguido por un *ratio* lento observado en la mayoría de las larvas en las temporadas anteriores (dos cohortes más jóvenes). Simultáneamente, algunas larvas de esta cohorte de eclosión probablemente alcanzaron F-2, o incluso F-1 en su tercer invierno, lo que puede permitir que algunos especímenes terminen el desarrollo en tres años.

Aquellas larvas que pasan su tercer invierno en los estados F-3/F-4, al menos comenzaron a alcanzar F-2 en mayo (hallazgos de exuvias, cfr. Figura 44). De junio en adelante hay indicios de una división de cohortes donde las larvas más grandes (F-2), probablemente provenientes del pico F-3/F-4, alcanzaron en su gran mayoría F-0 en el siguiente invierno (cuarto), y por tanto se desarrollaron en cuatro años. El estadio F-3 estaba prácticamente vacío desde junio a agosto, pero las muestras eran muy pequeñas y no corroboraban claramente la división. Si las larvas pudieran pasar su segundo invierno en F-3/F-4, éstas se desarrollaron en tres años.

Tabla 28. Registros mensuales de los últimos estados 'limpio' (recientemente mudado) y 'sucio' de larvas de *Onychogomphus uncatatus*, que muestran los patrones temporales de muda en los dos últimos estados de desarrollo. Los anchos cefálicos de las muestras aparecen entre paréntesis

Río	Agadón	F-1		F-0	
		Frío	Otros ríos	Agadón	Otros ríos
'Limpio'	May (4,0)				Sep (5,4;
	Jun (4,3;		Abr (3,9;		5,5; 5,5;
	4,4; 4,4)	Abr (3,9)	4,0)	Jun (5,3)	5,6; 5,6)
	Jul (4,2)	Jun (3,8)	Sep (4,0;	Sep (5,6)	Jun (5,4;
	Sep (3,8;	Jul (4,0)	4,1)	Oct (5,2;	5,4)
	3,9)	Sep (3,9)	Sep (3,9)	5,7; 5,8)	Abr (5,5)
	Oct (3,9)		Jun (4,4)		Sep (5,6)
'Sucio'		Ene (3,7;		Ene (5,4)	
		3,8; 3,9;		Feb (5,1;	
		4,2)		5,6)	
		Feb (4,1)		Mar (5,2,	
	Ene (3,9)	Abr (3,9;	Ene (3,9;	5,9)	Abr (5,5;
	Feb (4,2;	4,0, 4,0)	4,0)	Abr (5,1;	5,7)
	4,3)	May (4,2;	Jun (3,9)	5,5)	Abr (5,4;
	Abr (4,4)	4,2)	Abr (3,9)	May (5,2;	5,5)
	May (4,4)	Jul (4,3)	Sep (4,2)	5,4, 5,5;	Sep (5,4)
	Jul (4,4)	Ago (3,8;	Ene (3,9)	5,6)	5,4; 5,7)
	Ago (4,1)	4,2; 4,3)	Abr (3,7)	Jun (5,3)	Dic (5,5)
		Sep (4,2)	Sept (4,2)	Nov (5,3;	5,3; 5,4)
		Oct (4,1)		5,4; 5,5;	
		Nov (4,3)		5,6, 5,7)	
		Dic (3,9)		Dic (5,5;	
				5,6; 5,7)	

En el período comprendido entre finales de octubre y principios de abril (cfr. Figura 44), que probablemente representaba la estructura de la población invernal, al menos para las larvas más grandes, había 21 F-0 y 14 F-1. Las larvas que pasaron el invierno como F-0 comenzaron a emerger en la última parte de junio, y considerando que la emergencia puede continuar en agosto e incluso en septiembre, al menos las F-1 hibernantes deberían también emerger. Una larva F-0 'limpia', recién mudada, en junio en el Agadón, indicada en la Figura 44, y dos en el arroyo Perosín, que se muestra dentro de 'otros cursos de agua' en la Tabla 22, lo respaldan. Posiblemente incluso algunos F-2 hibernantes podrían unirse a la cohorte emergente, ya que las larvas F-1 "limpias" ya se encontraron a finales de abril (Figura 44; Tabla 28) en los ríos Frío y Águeda. De lo contrario, si se alcanza F-1 más tarde, las larvas evidentemente se

desarrollaron más lentamente (muchas larvas "sucias"), retrasando el paso a F-0 hasta finales del verano (muchas larvas F-0 "limpias"), y luego entrando en una diapausa de invierno. Por lo tanto, la división de la cohorte de primavera, que define la cohorte emergente, debería haber comenzado por encima o dentro de las F-2 hibernantes.

La Tabla 28 muestra que las larvas "limpias", recién mudadas, se restringieron a un período desde abril a octubre, momento en el que la temperatura del agua generalmente ha estado por encima de 10 °C. Las larvas F-1 "sucias" parecieron estar presentes todo el año, compatibles con el desarrollo lento del verano, posponiendo la entrada a F-0. Las larvas F-1 "limpias" pueden haber tenido un pico a principios del verano (principalmente especímenes grandes) y principios del otoño (6 especímenes pequeños), posiblemente con un mínimo en agosto, aunque una exuvia F-2 (Figura 44) indicó la presencia de larvas F-1 "limpias" no registradas en ese momento. Unas pocas larvas F-0 limpias al principio del verano, esencialmente al comienzo del período de emergencia, sugieren que podrían haber pasado el invierno en F-1 y estaban en camino hacia la emergencia. Un pico en las larvas F-0 "limpias" en agosto-octubre sugiere la finalización de una diapausa de día largo de las larvas F-1.

Discusión

5. Discusión

La naturaleza del sustrato que drenan los cauces es uno de los factores ambientales más importantes que explican la composición química del agua (BOBEE *et al.* 1981) en ríos no contaminados, como es el caso de los aquí estudiados. Además, las variaciones estacionales derivadas de los factores ambientales, que caracterizan una cuenca fluvial, influyen en las condiciones físico-químicas del agua, y se manifiestan cuando el caudal presenta sus niveles más bajos y altos (NIEVES 1989; MORAIS *et al.* 2004). El clima mediterráneo de la zona de estudio condiciona la fluctuación del flujo de agua superficial que en los ríos estudiados procede en su mayoría de las precipitaciones. De este modo hay mayor variabilidad de los parámetros físico-químicos en invierno y primavera frente al verano y al otoño.

La naturaleza del sustrato también resulta determinante en la composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (VANNOTE & MINSHALL 1982; MARGALEF 1983). Por ejemplo, la composición silíceo del terreno por el que discurren los ríos de estas localidades mitiga la capacidad erosionable del agua en el sustrato, haciendo observable la granulometría gruesa que sirve de refugio a determinados macroinvertebrados, frente al estrés hidráulico que ejercen las fluctuaciones estacionales. Además, según apunta RIVERA (2004), los fondos arenosos albergan pocas especies, con pocos individuos, mientras que los fondos pedregosos son más ricos, cuando las rocas son más grandes y hay vegetación (MEZA-S. *et al.* 2012). Pero además de estos factores, existe una importante respuesta de la fauna bentónica a las variaciones de la calidad del agua (PARSONS & NORRIS 1996).

La Directiva Marco del Agua, 2000/60/CE (DOCE 2000), independientemente del método utilizado para la evaluación del *estado ecológico*, establece que el estado ecológico ha de medirse como desviación del muy *buen estado ecológico*, el cual corresponde a las condiciones de referencia aplicables a cada masa de agua. Atendiendo a las condiciones de referencia establecidas en el BOE (2008) para el índice IBMWP, y teniendo en cuenta los valores de referencia establecidos por la Confederación Hidrográfica del Ebro (2006) para el resto de índices, se corrobora el muy buen estado

ecológico de las localidades 1 y 2 a lo largo del periodo de estudio, donde todos los valores de los índices siempre fueron Muy Buenos.

Las otras cinco localidades obtuvieron valores de IBMWP correspondientes a un estado de calidad muy bueno. Sin embargo, en el muestreo de otoño hay un descenso en la relación EPT/OCH, con respecto al muestreo de primavera, en todas las localidades (Tabla 11), incluidos los ríos Agadón y Frío (Tablas 7 a 10). Los valores bajos en la relación EPT/OCH suelen estar vinculados al periodo de verano, cuando el descenso del flujo superficial favorece la presencia de especies asociadas a aguas con menos corriente, y pueden prolongarse hasta que no lleguen las lluvias de otoño

Por otro lado, las localidades 5 y 6, que mostraron los valores más bajos de IBMWP dentro de la categoría “Muy buena”, mostraron también en ambos muestreos los valores más bajos en la relación EPT/OCH, número de familias, e índice IMMi-L. En la localidad 5 este hecho sin duda se relaciona con la influencia que tiene el municipio de Peñaparda, situado a 500 m de distancia. En las inmediaciones de este municipio el bosque de robles desaparece y el bosque remanente de ribera conecta con pequeños cultivos. Además el tramo a lo largo de 100 m tiene un muro de protección longitudinal de piedra para la defensa contra desbordamientos y evitar procesos de erosión.

En la localidad 6 el río discurre con pendiente alta, y tiene valores altos de oxígeno disuelto (Tabla 1 y Tabla 5), por lo que no se entiende el número tan bajo de EPT de ambos muestreos (Tabla 16), ni la riqueza total de taxones EPT (16 frente a 20-27 en el resto de localidades). En el entorno de esta localidad no se observa ninguna influencia negativa, aparte de la que pudiera estar generada por los residuos de la mina de Navasfrías, ya en desuso, ubicada 1 km aguas arriba. Los residuos, al no estar cubiertos de vegetación y estar expuestos al aire y al agua, pueden cambiar la geoquímica ambiental de las corrientes superficiales (ANTUNES *et al.* 2014) y contaminar tanto las aguas como los suelos con metales pesados. Por lo general, en acumulaciones geogénicas o minas, como la de Navasfrías, las concentraciones de este metal pesado en suelo suelen ser altas, $>10 \mu\text{g/L}$, reduciéndose por adsorción en los

sedimentos, generalmente sobre óxidos de hierro FeAsO_4 , dilución del caudal y escorrentía (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.* 2013). En aguas superficiales con alto contenido de oxígeno, la forma más común de arsénico es la pentavalente o arsenato (As^{+5}) que es móvil en el medio, fundamentalmente por las condiciones redox y pH (ALARCÓN-HERRERA *et al.* 2013). MARQUÉS *et al.* (2001) utilizaron macroinvertebrados bentónicos para elaborar índices biológicos con los que evaluar el impacto de los metales pesados de una mina. De acuerdo con este trabajo, el índice EPT se confirmaría como una herramienta rápida de evaluación de los efectos de la mina sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, a pesar de la distancia que los separa. En casos de producirse concentraciones muy altas de arsénico, el efecto puede detectarse en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, especialmente en el grupo EPT, sobre todo los efemerópteros (SJØBAKK *et al.* 1997; VAN DER GEEST *et al.* 2000; VAN DER GEEST 2001; MEBANE 2001; DE HAAS 2004).

Al margen del análisis de las localidades 5 y 6, cabe destacar que el conjunto de las localidades aquí estudiadas alcanzan el objetivo de la Directiva Marco del Agua (DMA) propuesto para antes de 2015, por el cual se pretende conseguir un “buen estado” de las masas de agua, vital para la supervivencia y mantenimiento en el tiempo de muchas de las especies que esta zona protegida alberga. Asimismo, la DMA establece la necesidad de identificar estaciones de referencia del buen estado ecológico para los tipos de ecosistemas acuáticos en base a los parámetros de calidad ecológica, así como llevar a cabo un seguimiento de ellos a través de indicadores. En este sentido y atendiendo exclusivamente a los valores de los índices biológicos, las localidades 1 y 2 (ríos Agadón y Frío) serían válidas como estaciones de referencia de ríos de tipología 11 correspondientes a ríos de montañas silíceas, dado el manifiesto buen estado ecológico que mostraron los valores de los indicadores biológicos y, por tanto, estar mínimamente perturbados.

Las especies de comunidades de odonatos de cursos de agua corriente de regiones mediterráneas ibéricas están muy influenciadas por el carácter permanente o intermitente de sus aguas (FERRERAS-ROMERO & GARCÍA-ROJAS 1995), ya que los tramos afectados por una temporalidad más acusada presentan algunas especies que habitan preferentemente aguas con menos corriente.

En la zona de estudio la naturalidad del curso de agua caracterizó una comunidad de odonatos compuesta por taxones de especies bioindicadoras de medios lóticos bien oxigenados y poco o nada contaminados, como por ejemplo *Boyeria irene* y *Onychogomphus uncatatus*, que fueron las más numerosas y de más amplia distribución, al igual que sucede en otras zonas ibéricas (PAZ-GARCÍA *et al.* 2017). Estas dos especies estuvieron acompañadas de otras también reófilas, formando una comunidad de odonatos con dos estructuras aparentemente claras. Una en la que cohabitan con *Cordulegaster boltonii*, junto con larvas de *Pyrrhosoma nymphula* y *Calopteryx virgo* en abundancia (localidades 1, 2, 6 y 7), y en menor medida con *Calopteryx xanthostoma* (localidades 2 y 5). Un segundo ensamblaje sería el formado por especies características de tramos más anchos y más luminosos, aunque con corriente, en el que aparece *O. forcipatus* hasta su solapamiento con *Gomphus pulchellus*, éste más característico de aguas estancadas o de corrientes lentas (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002). En los tramos de mayor altitud *Boyeria irene* y las dos especies de *Onychogomphus* comparten hábitat junto a numerosos ejemplares de *C. xanthostoma*, larvas de *P. nymphula* y *Ceragrion tenellum* (localidad 3), a una altitud menor y en un tramo con mayor caudal con *Macromia splendens* y *Platynemis acutipennis* (río Mayas), y con *G. pulchellus* y *Platynemis acutipennis* en un tramo sometido a fuerte estiaje.

En los tramos en los que *Onychogomphus forcipatus* aparece tímidamente, las larvas de *Cordulegaster boltonii* desaparecen. Esta ausencia de solapamiento entre ambas especies podría achacarse al bajo número de localidades muestreadas, pero incluso revisando las muestras biológicas de 2011, que incluyen 14 estaciones de muestreo más dentro de la cuenca alta del río Águeda, no se pudo encontrar ninguna localidad en donde ambas especies se solaparan. En todo caso, esto no es raro, puesto que la ausencia de solapamiento o, en su caso, el bajo porcentaje entre ambas especies, es normal (SUHLING 2001; TORRALBA-BURRIAL 2009), al contrario que con *O. uncatatus* (FERRERAS-ROMERO & GARCÍA ROJAS 1995). La respuesta podría encontrarse en la hipótesis que barajó SUHLING (2001) relacionada con la estrategia de supervivencia de *O. uncatatus* y el carácter superdepredador de *C. boltonii* en los cursos de agua pequeños (WOODWARD & HILDREW 2001): la posibilidad de que la menor tasa de mortalidad de *O. uncatatus* debido a *C. boltonii* pudiera responder a la menor probabilidad de encuentro

presa-depredador como consecuencia de la baja actividad locomotora que muestra *O. uncatus* frente a la alta actividad de *O. forcipatus*.

Otra de las cuestiones más significativas de este trabajo ha sido comprobar que en el Espacio Natural El Rebollar y en el Lugar de Interés Comunitario Riberas del río Agadón, se reproducen 11 especies (*Calopteryx xanthostoma*, *Calopteryx virgo*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Ceragrion tenellum*, *Platycnemis acutipennis*, *Onychogomphus uncatus*, *Onychogomphus forcipatus*, *Onychogomphus pulchellus*, *Boyeria irene*, *Cordulegaster boltonii* y *Macromia splendens*), que responden a una distribución puramente mediterránea. Biogeográficamente destacan los elementos mediterráneo-occidental (63,6%) y los elementos ibero-magrebí (36,4%), aunque aumenta el porcentaje mediterráneo occidental y disminuye el ibero-magrebí si sólo tenemos en cuenta las especies presentes en las 7 localidades analizadas (MO: 77,8% y IM: 22,2%). Sin embargo a la hora de determinar las especies de larvas que forman poblaciones reproductoras estables, se estableció que éstas se encontraran en un mínimo de tres localidades diferentes y representadas por más de un ejemplar por localidad, y bajo esta premisa hablaríamos de 6 especies con poblaciones reproductoras estables en la zona de estudio (*Calopteryx xanthostoma*, *Calopteryx virgo*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Onychogomphus uncatus*, *Boyeria irene* y *Cordulegaster boltonii*).

Por otro lado, dada la localización de una larva de *Macromia splendens*, no se descarta la presencia de otras especies amenazadas a nivel nacional y global en los sistemas lóticos de este territorio tras verificar el buen estado ecológico de las aguas y observar el alto grado de conservación del bosque de ribera. No sería por tanto extraña la localización de *Oxygastra curtisii* (Dale, 1834), al ser abundante en Francia y la península ibérica, especialmente en el oeste y noreste en esta última (TORRALBA-BURRIAL *et al.* 2012), y estar cerca de la cuenca del río Águeda (FERREIRA *et al.* 2009; SÁNCHEZ *et al.* 2009), ya que se trata de una especie íntimamente asociada a cursos de agua corriente. Tampoco, entre otras, *Gomphus graslinii* (Rambur 1842) en los tramos de menor altitud de la cuenca alta y con menos corriente, donde se ha encontrado *Macromia splendens*, con la que suele compartir hábitat (DOMMANGET 1987), pues estos tramos parecen reunir las características favorables mencionadas por AZPILICUETA-AMORÍN *et al.* (2009) para su habitabilidad.

Con todo esto se hace necesaria la realización un muestreo más exhaustivo para completar el conocimiento actual de la odonatofauna en la superficie analizada. De esta forma podrían identificarse sus lugares de reproducción y evaluar el estado de conservación a escala local o de LIC según los criterios descritos en CORDERO-RIVERA *et al.* (2012) para las especies amenazadas.

La comunidad de odonatos de un determinado lugar responde a la capacidad que tienen sus especies de haber desarrollado ciclos biológicos diferentes. Esta es probablemente una estrategia útil para contrarrestar la competencia interespecífica (BUTLER 1984), ya que diferencias en los patrones temporales, la tasa de desarrollo de larvas y la separación temporal de los eventos del ciclo de vida, pueden ser importantes para permitir que la especie exista simpátricamente (INGRAM & JENNER 1976). Los estudios realizados al respecto en *Calopteryx virgo*, *Cordulegaster boltonii* y *Boyeria irene* en el sur de la península ibérica, donde forman una estructura consolidada en las comunidades fluviales típicas de cursos de agua corriente, muestran esta diferencia en los ciclos biológicos.

El estudio del ciclo biológico de una especie constituye una tarea compleja. El voltinismo no se determina fácilmente en especies que tardan varios años en completar el desarrollo larvario, ya que la superposición inevitable de los grupos de tamaños borra la distinción entre cohortes de edad (CORBET 1999). Por otro lado, el fenómeno llamado "división de cohortes" (NORLING 1984) puede permitir que algunos miembros "atípicos" de la cohorte de eclosión emerjan un año antes (CORBET 1957) o un año después que el resto de la cohorte (CORBET *et al.* 2006). Con una cohorte dividida, las larvas lentas tendrán un año extra (e.g., crecimiento en tres años) y pasarán el invierno como larvas grandes en un estadio avanzado (F-1 ó F-0), mientras que las larvas rápidas, que se desarrollan bajo estrés temporal, pueden ganar un año en comparación, pasan el invierno por última vez en un estadio anterior. Cuando, en primavera o principios del verano, estas últimas alcanzan estados avanzados, generalmente son más pequeños (NORLING 1971), hecho que se correlaciona con el estrés temporal (STOKS *et al.* 2008).

En el presente estudio en las montañas del Sistema Central, oeste de España, la mayoría de las larvas *Boyeria irene* se desarrollan en tres años (partivoltinismo) y sólo una parte más pequeña se desarrolla como una cohorte más rápida, en dos años (semivoltinismo). Por el contrario, en las montañas de Sierra Morena, en el sur de España, *B. irene* es principalmente una especie semivoltina (FERRERAS-ROMERO 1997), con una parte menor que muestra un desarrollo de tres años.

La explicación de esta diferencia en el tiempo de desarrollo debe encontrarse en la temperatura del agua, especialmente en las mínimas de invierno. En las montañas del Sistema Central el crecimiento aparentemente se detiene cuando llega el otoño tardío: de noviembre a febrero, cuando la temperatura del agua siempre está por debajo de 10 °C (Figura 12), el número de larvas recolectadas F-1 y F-2, aunque escaso, fue relativamente constante (Tabla 22). Sin embargo, en los inviernos más cálidos de las montañas de Sierra Morena, donde la temperatura del agua nunca bajó por debajo de 10 °C, el crecimiento continúa lentamente durante la estación fría: en diciembre cerca del 50% de las larvas recolectadas fueron F-2 y 15% F-1, pero en febrero cerca del 50% fueron F-1 (FERRERAS-ROMERO 1997).

Los huevos puestos en el verano anterior eclosionan durante mayo y junio. Esto confirma la observación de WENGER (1963) de que el primer invierno lo pasan en estado de huevo. Las larvas más jóvenes crecen durante el verano y principios del otoño, y es probable que algunas alcancen F-2 antes del invierno (Figura 42). La época de emergencia de esta especie se extiende hasta septiembre en la península ibérica central y meridional (FERRERAS-ROMERO & CORBET 1995). Por lo tanto, sólo en el período de mayo a junio existe coexistencia de larvas pertenecientes a tres cohortes de eclosión consecutivas. La existencia de diapausa en estado de huevo durante el primer invierno y las características propias de las "especies de verano" (*sensu* CORBET 1954, 1964) son aspectos comunes a las poblaciones.

En *Boyeria irene* las dimensiones del ancho cefálico de las larvas F-2 y F-3 se solapan, pero las longitudes de la envoltura del ala son discretas. Este también es el caso en la población de Sierra Morena (FERRERAS-ROMERO 1997). Sin embargo, una

asignación fiable de estados en larvas pequeñas y medianas podría ser difícil e incluso imposible. El cálculo de la relación LPt/AC, los rangos y los valores medios obtenidos concuerdan razonablemente con los descritos por TENNESSEN (2017) para las especies de América del Norte, y proporciona una ayuda interesante. Es bien sabido que los Odonatos, incluso dentro de una población, varían en las tasas de crecimiento en las sucesivas mudas y en el número de estados requeridos para completar el desarrollo, y esto puede ser intrínseco y estar afectado por los periodos de diapausa, la disponibilidad y el tipo de alimento y los periodos de estrés ambiental (CORBET 2002). Como se propuso anteriormente, durante el otoño las larvas relativamente grandes asignadas a F-4 (AC alrededor de 4,2 mm) pueden desarrollarse como F-3 y, junto con posiblemente F-3 no registrados, dar lugar a la pequeña F-2 (Figura 42). Durante la siguiente primavera y verano, estos continúan siendo los más pequeños F-1 y F-0.

La relación promedio de crecimiento para las supuestas dos mudas, desde relativamente grande "F-4" (AC 4,1 mm) hasta la relativamente pequeña F-1 (AC 6,3 mm) de la temporada de primavera es 1,24, cifra razonable para un desarrollo rápido. Si este lapso se calcula para tres mudas, la relación es solo 1,15, un valor bajo que incluso sugiere inanición o diapausa (CORBET 2002). Para los extremos, 4,2 mm (mayor F-4) y 6,0 mm (F-2 más pequeño), la proporción promedio para dos mudas es 1,195, un valor muy común en las larvas más viejas. En el oeste de España (presente estudio), estas larvas son el componente semivoltino de la población, con la posible incorporación en primavera de unas pocas larvas invernales que se desarrollan como F-3 y que crecen rápidamente. Todas estas larvas crecen constantemente hasta emerger durante todo el verano.

Las larvas F-4 de menor tamaño (AC 3,7-3,9 mm), e incluso los especímenes más pequeños que pasan el invierno, están en cambio finalmente entrando en un desarrollo de verano más lento, probablemente incluyendo diapausa de días largos, posponiendo la emergencia y finalmente preparándose para el próximo invierno. Estos crecen con menores proporciones de crecimiento y una muda adicional, la mayor parte produciendo una gran hibernación en F-1 (la relación de crecimiento promedio para tres mudas de 3,9 mm a 6,7 mm es 1,20). Esto sugiere que la división de la cohorte que separa la cohorte emergente de larvas más lentas, comienza en algún punto entre 4-5

mm de ancho cefálico durante la primavera (el "tamaño crítico de invierno" en NORLING 1984; Figura 42). Sin embargo, la cohorte emergente está pobremente representada en las muestras, y el momento de la división no es claramente visible.

Aunque sin tener seguridad absoluta, puede interpretarse que existe una fusión otoñal de cohortes con las larvas que están en el estado F-2 después una división de la cohorte en primavera, con la cual algunos o la mayoría de los F-3 que han hibernado llegan a emerger, y eso permitirá que muchas de las larvas que hibernan en F-3 y F-2 se desarrollen en dos años (semivoltinismo), un patrón que no es raro en ésnidos. Esta interpretación del ciclo de vida, que se muestra en la Figura 42, es coincidente con los ciclos de vida de *Aeshna*, tal como ocurren en los estanques en el sur de Suecia, e.g. *Aeshna viridis* (NORLING 1971, 1984). Al igual que las poblaciones de *B. irene*, esas especies hibernan como huevo y, a menudo, tienen un desarrollo de 2-3 años en proporciones variables según el lugar concreto y el año, y un patrón típico de especies de verano, es decir con baja frecuencia de hibernación en el estado F-0, la mayoría pasan su último invierno en F-1 ó F-2. Sin embargo, el hábitat de las larvas y las condiciones climáticas, en particular las temperaturas, son muy diferentes.

Es, sin embargo, interesante hacer una breve comparación entre *B. irene* y *Aeshna viridis* (NORLING 1971). En los estanques del sur de Suecia, la cohorte junior de *A. viridis* podría alcanzar un estado más allá antes del invierno que la población de *B. irene* que se trata, a lo sumo a F-1, cuando, al mismo tiempo, la mayor parte de la cohorte senior, debido a las diapausas de verano, permaneció en F-1, donde las cohortes se fusionaron (NORLING 1971). En los años en los que en *A. viridis* se produce un crecimiento lento, la fusión de cohortes podría tener lugar en F-2 (NORLING 1971), como aparentemente ocurre en *B. irene*. La división primaveral de la cohorte en *A. viridis* tiene lugar separando las larvas que hibernaron en F-3 y con tamaño superior (cohorte de emergencia semivoltina, acelerada) de las larvas más pequeñas (cohorte retardada que desarrollará el ciclo en tres años, partivoltinismo). Esto es bastante parecido a lo encontrado en *B. irene*; aunque en esta especie, y con los datos obtenidos para este estudio, parecen ser muy pocas las larvas que pasan el invierno en el estado F-3. Este estado de crecimiento (F-3) fue detectado en las muestras de primavera y de

principios de verano, cuando es alcanzado por larvas que pasaron el invierno en el estado anterior (F-4) y siguen un modelo partivoltino en su crecimiento.

Respecto al ciclo biológico de *Onychogomphus uncatatus*, la otra especie estudiada, los resultados respaldan la conclusión de que en las montañas del Sistema Central muestra un desarrollo larval prolongado y flexible, un ciclo de vida partivoltino. Las larvas recién eclosionadas de huevos puestos en verano posiblemente se segreguen en componentes "rápidos" y "lentos" para completar el desarrollo en tres y cuatro años, respectivamente, y pasen su último invierno al menos principalmente en los dos últimos estados, en particular en F-0. El número de larvas con un desarrollo de tres años puede ser bajo. A diferencia de lo que parece suceder en las montañas de Sierra Morena, en el sur de España (FERRERAS-ROMERO *et al.* 1999), el semivoltinismo parece inexistente en estas poblaciones de *O. uncatatus*. Aunque el período de emergencia puede cambiar de un año a otro, de acuerdo con nuestros registros (Figura 44) comienza en la segunda mitad de junio, aparentemente con un pico, y se extiende esporádicamente hasta principios de septiembre.

Esta especie carece de diapausa embrionaria y en el campo (sur Francia) los huevos muestran desarrollo directo y eclosión durante la segunda mitad del verano, alrededor de cuatro semanas después de ser puestos, sin evidencia de huevos hibernando, excepto que la oviposición se observó tan tarde que las temperaturas deberían haber evitado la eclosión (SCHÜTTE *et al.* 1998). De acuerdo con SCHÜTTE *et al.* (1998), el tamaño de las larvas en Francia era de alrededor de 0,4 mm de ancho cefálico. En el presente estudio, el período de reclutamiento de larvas alcanzó su punto máximo en agosto-septiembre, pero las larvas estuvieron presentes desde julio hasta finales de noviembre, lo que sugiere un período de reclutamiento prolongado que se correlaciona con el período de emergencia.

Las larvas hibernantes más pequeñas registradas (AC aproximadamente 0,45 mm) deberían haber mudado no más de una vez. En junio y principios de julio todavía había larvas aisladas en este estadio de tamaño, y a finales de julio, también había larvas aisladas en este estadio y el siguiente (aproximadamente 0,55 mm). Ciertamente, no

fueron de la oviposición de la misma temporada, y el primer pico distintivo de pequeñas larvas en el estadio que representa la cohorte de eclosión de la temporada anterior fue a finales de julio entre 0,6 y 0,7 mm (Figura 45). Por lo tanto, algunos huevos pueden haber pasado la temporada de invierno en este estado y eclosionado en primavera, como SCHÜTTE *et al.* (1998) sugieren. Esto se puede ver como una continuación de una eclosión tardía de otoño. La facultad de los huevos de pasar el invierno ha sido descrita en las especies *Gomphus flavipes* y *Ophiogomphus cecilia* (WILDERMUTH & MARTENS 2014; SCHÜTTE 1998).

El crecimiento de las larvas es muy lento durante el primer otoño, y el primer invierno se lo pasan en estados tempranos, después de 1 a 3 mudas (Figura 45). Debido a las bajas temperaturas del agua en invierno, el rango de tamaño al inicio de la primavera es idéntico (Figura 44). También se observa un lento crecimiento similar en el primer año en las montañas de Sierra Morena (FERRERAS-ROMERO *et al.* 1999).

En el segundo año de crecimiento, las cohortes se vuelven indistinguibles. Después del periodo de crecimiento del año, de primavera a otoño, el tamaño de la AC en el segundo invierno pareció oscilar entre 1,0 y 3,0 mm (F-3), pero no es seguro que las larvas de más de 2 mm pertenezcan a esta misma cohorte, pues requerirían haber tenido una tasa de crecimiento extremadamente alta a principios de verano, muy diferente de la tasa de crecimiento de las restantes que puede estimarse que tienen un crecimiento mucho más lento. Este crecimiento rápido parece que requiere 3-4 mudas entre mayo y julio. Dado que las muestras del presente estudio se tomaron de varios sitios, no es descartable una cierta variación en la tasa de crecimiento entre los diferentes lugares, pero es una cuestión que no puede ser respondida hasta que sean llevados a cabo nuevos estudios.

Durante el tercer año de crecimiento, la separación de cohortes desaparece. Inicialmente las larvas entre aproximadamente 1 y 2 mm (componente lento, después de su segundo invierno), parecían principalmente terminar en los estados F-4 a F-2. El pico fusionado de F-4 y F-3 que contiene la mayoría de estas larvas, es notable. Está bien separado tanto de F-2 como de las larvas más pequeñas, pero no tiene separación entre

F-4 y F-3. Es tan estrecho que todos los F-4, excepto los más pequeños (2,5 mm y tamaños superiores), con una relación de crecimiento bastante normal (CORBET 2002) de 1,23, alcanzan el rango de tamaño de F-2 al mudar. Aunque no es perceptible en los datos dispersos, puede ser un pico con una historia en común, aproximadamente correspondiente al F-3 de SCHÜTTE *et al.* (1998). Posteriormente puede dividirse y desarrollarse con diferentes cantidades de mudas. Tales cosas deben suceder cuando la cantidad de estados no es constante. El mínimo de 2,3 mm podría argumentar a favor de este escenario, quizás remontando a una separación entre las cohortes de eclosión. Si las larvas que pasan el invierno en F-4 y F-3 están en su tercer invierno, en su mayoría se desarrollarán en 4 años, pasando el último invierno en F-1 o F-0. Si es su segundo invierno, lo que parece poco probable, lo hacen en tres años.

En la siguiente primavera, las larvas en este pico F-4/F-3, independientemente de la edad, parecen participar en una división de la cohorte. Las larvas que probablemente pasaron el invierno en estos estados crecieron lentamente durante el verano: pueden haber permanecido en el estado F-2 hasta mitad del verano, posiblemente mostrando una débil diapausa de día largo, y finalmente, después de otro periodo en el estado F-1, alcanzan el estado F-0 estimuladas por los fotoperiodos más cortos del otoño (NORLING 1984; CORBET 1999); constituyendo así la fracción “lenta” de la cohorte de eclosión de su año. Por otra parte, las larvas F-2 recolectadas en mayo y junio muestran un amplio rango de tamaños, y no es descartable que las más pequeñas hayan podido mudar directamente desde larvas grandes asignadas a F-4. Ocurre como si no hubiesen pasado por el estado de crecimiento F-3. Esto origina un aparente hueco por ausencia de larvas de tamaño F-3, y una supuesta división de la cohorte; formarían parte de la fracción “rápida” de la cohorte de eclosión de su año.

En el sur de Francia, en una población que se desarrolla principalmente en tres años, SCHÜTTE *et al.* (1998) encontraron en invierno picos de frecuencia importantes de larvas F-3 (una época del ciclo que se entiende como su penúltimo invierno) y de larvas en estado F-0, junto con escasa frecuencia de larvas en estado F-2 (en el que se consideraría su último invierno). Esto puede ser interpretado como división de la cohorte, que separa las larvas con diferente voltinismo (NORLING 1984).

El posterior destino de las larvas que pasan el invierno en F-2 es incierto. Algunas de ellas probablemente alcancen F-0 para pasar el invierno en diapausa después de un período de retraso en el desarrollo, mientras que otras larvas F-2 hibernantes podrían unirse a la cohorte emergente de ese verano, como lo hacen en el sur de Francia (SCHÜTTE *et al.* 1998), si alcanzan F-1 temprano, como puede suceder en abril (Figura 44). Esta división de cohorte, en el tamaño crítico de invierno por encima de o en F-2, separa las cohortes emergentes y de hibernación, pero la división aquí es en gran medida invisible debido a la escasez de datos, excepto tal vez por un hueco en la ocurrencia de F-0.

Por tanto, la cohorte de emergencia está formada por larvas que pasaron el invierno previo en los dos últimos estados, y posiblemente algunos en F-2. Un mayor número de larvas F-0 que F-1 durante el otoño e invierno (finales de octubre a principios de abril), y un probable pico temprano en la emergencia, son características de las "especies primaverales" (*sensu* CORBET 1964) en esta población. Sin embargo, la posible contribución de algunos F-2 que pasan el invierno en diapausa y algunos especímenes emergentes más bien tardíos, son características de las especies de verano. Las poblaciones de esta especie se caracterizan mejor como un tipo intermedio, de transición (PAULSON & JENNER 1971; FERRERAS-ROMERO *et al.* 1999). De acuerdo con la reacción fotoperiódica en dos pasos demostrada en muchos odonatos de la zona templada, en primavera, las larvas que comienzan esta estación por encima del tamaño crítico (en el estudio, F-1 y quizás algo de F-2), aceleran el desarrollo en días largos y proceden a la emergencia. Las larvas que comienzan por debajo de este tamaño finalmente, a menudo cuando alcanzan F-2 o más grande, muestran una respuesta de diapausa de intensidad variable con los días largos, que generalmente termina cuando empieza el otoño, pudiéndose inducir una diapausa de día corto. Esta reacción fotoperiódica en dos pasos también es aplicable a la población de *B. irene* que aquí se estudia.

En el estudio de SCHÜTTE *et al.* (1998), las características de las especies de primavera-verano también son ambiguas. El invierno anterior a la emergencia lo pasan en los tres últimos estados, con un pico distintivo en F-0 en las muestras de invierno (50% o más de las últimas larvas de invierno) y el menor número en F-2, formando un

mínimo en invierno, probablemente creado por una temprana división de cohorte. Se puede esperar que esto produzca principalmente un tipo de emergencia primaveral, pero que termina por algún motivo un poco tarde. Sin embargo, durante tres años se produjo en este río un perfil de emergencia típico de especies de verano, que tiene que ser explicado, pero las especies que emergieron con un patrón de ‘especie de primavera’ lo hicieron de un río adyacente donde las condiciones ambientales probablemente permitieron una acumulación más completa en F-0 antes de emerger. Esto puede sugerir que todas estas poblaciones son intermedias en sus características. La emergencia puede tener lugar a partir de las larvas que hibernan en los dos o tres últimos estados, pero unas respuestas reguladoras débiles en los últimos estados simultáneamente parecen permitir un pico de frecuencia en F-0, y a menudo un perfil de especies de primavera.

En *B. irene*, y muchas otras más especies típicas de verano, la emergencia parte de larvas que pasan el invierno en los dos o tres últimos y que tienen fuertes respuestas reguladoras en verano que pueden contrarrestar un pico F-0 (e.g., algunas especies de *Aeshna*; NORLING 1971; CORBET 1999), y así prevenir un pico de emergencia temprana.

Este estudio confirma que la práctica común de asignar larvas recolectadas en el campo a grupos de estados fijos, en particular más pequeños que los dos o tres últimos, es difícil e incluso puede ser engañosa. Por ejemplo, el desarrollo larvario en *B. irene* tiene lugar en esta zona sólo si se asume un salto de las aparentemente larvas F-4 al estadio F-2. También se aportan indicios de cómo el voltinismo y el crecimiento de las larvas difieren en diferentes condiciones ambientales en la península ibérica, en sitios con diferente temperatura del agua en invierno. Finalmente, mientras que *B. irene* se adhiere consistentemente a un patrón típico de desarrollo y fenología de especies de verano de ésnidos, *O. uncatulus* parece reducir las diferencias entre las especies de primavera y verano por transición gradual, como fue propuesto por PAUSON & JENNER (1971).

Conclusiones

6. Conclusiones

1. La composición química del agua de los cursos fluviales estudiados en la cuenca alta del río Águeda y emplazados en la Sierra de Gata y Sierra de Francia de la provincia de Salamanca, se explica por la naturaleza del sustrato que drenan los cauces. Por otro lado, se observan variaciones estacionales en la composición química del agua que parecen tener explicación en las fluctuaciones del flujo laminar procedentes de las precipitaciones.

2. Los índices bióticos empleados (IBMWP, IASPT, EPT, OCH y IMM-L) ponen de manifiesto la muy buena calidad biológica de las aguas de estos cursos de tipo 11, correspondiente a ríos de montaña mediterránea silíceo, a lo largo de todo el periodo de dos años que ha durado el estudio de los ríos Agadón y Frío, al superar incluso el valor de condición de referencia establecido para el índice IBMWP.

3. Los otros cinco ríos, también de tipo 11 incluidos en este estudio, mostraron igualmente unos valores muy altos de calidad biológica respecto a los dos muestreos anuales efectuados según el índice IBMWP. Por otro lado, dentro de la categoría muy buena de este índice biológico, la menor puntuación encontrada en los ríos Perosín y Rubioso podría estar relacionada con la cercanía del municipio de Peñaparda al primero de los ríos, y con la influencia de la mina de Navasfrías ubicada 1 km aguas arriba del segundo. En el río Rubioso los valores de índice EPT de primavera y verano y valores EPT absolutos, órdenes más sensibles a la contaminación por metales pesados, fueron los más bajos con respecto al resto de ríos.

4. Con todo, atendiendo al índice IBMWP, el conjunto de localidades estudiadas en la cuenca alta del río Águeda alcanzan un estado ecológico superior al “Bueno” propuesto por la DMA como objetivo para antes del 2015, puesto que la calidad biológica fue en estos cursos “Muy buena”. Es más, las localidades ubicadas en los ríos Agadón y Frío se las puede identificar como estaciones de referencia de tipo 11, correspondientes a ríos de montaña mediterránea silíceo, dados los altos valores

alcanzados por todos los índices biológicos aplicados a lo largo de los dos años de estudio.

5. El área de estudio constituye una importante zona de reproducción de 11 especies de odonatos que responden a una distribución principalmente mediterránea. Una de las especies, *Macromia splendens*, está catalogada en España como “En Peligro Crítico”.

6. La zona de estudio destaca por el mantenimiento de poblaciones estables de seis especies: *Calopteryx xanthostoma*, *Calopteryx virgo*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Onychogomphus uncatus*, *Boyeria irene* y *Cordulegaster boltonii*, todas relacionadas con cursos de agua corriente, de entre las cuales, las larvas de *B. irene* y *O. uncatus*, asociadas a cursos de aguas poco contaminados, fueron las más abundantes.

7. El índice ISOI que utiliza al grupo de los odonatos como organismos indicadores de la calidad del agua, demostró en este estudio (para los sitios en que pudo ser calculado) la buena calidad de las aguas, confirmando los resultados de los índices biológicos basados en macroinvertebrados.

8. En la zona de estudio, Sistema Central, oeste de España, la mayor parte de las larvas *Boyeria irene* se desarrollan en tres años (cohorte más lenta: partivoltina) y una pequeña parte se desarrolla en dos años (cohorte más rápida: semivoltina), y la emergencia parte de larvas que pasan el invierno en los dos o tres últimos estados, que tienen fuertes respuestas reguladoras en verano que pueden contrarrestar un pico F-0. Esto contrasta con lo que sucede en Sierra Morena, sur de España, donde *B. irene* es principalmente una especie semivoltina, con un componente menor que muestra un desarrollo de tres años.

9. En ambas zonas (Sistema Central y Sierra Morena) *B. irene* presenta aspectos comunes, como la existencia de diapausa en estado de huevo durante el primer invierno y las características propias de las "especies de verano", sin embargo, la existencia de diferencias en el tiempo de desarrollo larvario tiene su explicación en las

temperaturas del agua, principalmente en las mínimas de invierno, que permiten un crecimiento lento en Sierra Morena y una parada del mismo en el Sistema Central a consecuencia de las mínimas más bajas.

10. El desarrollo del ciclo de vida de *B. irene* en el área de estudio coincide con los ciclos de vida de *Aeshna viridis* en el sur de Suecia. Ambas especies hibernan como huevo y suelen tener un desarrollo variable de 2 a 3 años, y un patrón típico de especies de verano: con baja frecuencia de hibernación en el estado F-0. No obstante, deben tenerse en cuenta las diferencias en el hábitat de las larvas y las condiciones climáticas, en particular las temperaturas.

11. En la zona estudiada *Onychogomphus uncatus* se caracteriza por un desarrollo larvario prolongado, flexible, y partivoltino. El desarrollo de las larvas es de tres años, para los componentes más rápidos, y de cuatro años, desarrollo más común aquí, para la cohorte de crecimiento más lento. En contraposición, la población de Sierra Morena, completa su desarrollo en tres (partivoltina) y dos años (semivoltina).

12. Las poblaciones de *Onychogomphus uncatus* se asemejan a un tipo intermedio, de transición, entre las características de una “especie de verano” y una “especie de primavera”, como también sucede en Sierra Morena.

Bibliografía

7. Bibliografía

- ABELLÁN P., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D., RIBERA I., VELASCO J. & MILLÁN A. 2005. *Ochthebius glaber* (Coleoptera, Hydraenidae), un coleóptero acuático endémico de la Península Ibérica con elevada especificidad de hábitat. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 36: 15-19.
- AGUADO M.T., SAN MARTÍN G. & TEMPLADO J. 2011. La biodiversidad de Invertebrados no Artrópodos en España. En: J.L.Viejo-Montesinos (Ed.) *Biodiversidad: Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural Segunda época, Tomo IX*. Madrid: Real Sociedad Española de Historia Natural.
- AKAAHAN T.J. A., ARAOYE P.A. & AZUA E.T. 2014. Physic-Chemical Characteristics and Macro Invertebrates of River Benue at Makirdi, Benue State, Nigeria. *The International Journal of Science and Technoledge* 2: 32.
- ALARCÓN-HERRERA M.T., LEAL QUEZADA L.O., MARTÍN DOMÍNGUEZ I.R., MIRANDA NAVARRO S.V. & BENAVIDES MONTOYA A. 2013. *Arsénico en agua. Presencia, cuantificación analítica y mitigación*. Chihuahua: Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
- ALBA-TERCEDOR J., FERRERAS-ROMERO M., COBOS-GRADÍN & GONZÁLEZ-GONZALES M. 2006. Paleópteros. Generalidades y fauna andaluza. En: A. Tinaut & F. Pascual (Coords.), *Proyectos Andalucía. Naturaleza. Tomo XVII. Zoología V* (pp. 135-172). A Coruña: Publicaciones comunitarias, Grupo Hércules.
- ALBA-TERCEDOR J., JÁIMEZ-CUÉLLAR P., ÁLVAREZ M., AVILÉS J., BONADA I CAPARRÓS N., CASAS J., MELLADO A., ORTEGA M., PARDO I., PRAT I FORNELLS N., RIERADEVALL I SANT M., ROBLES S., SÁINZ CANTERO C.E., SÁNCHEZ-ORTEGA A., SUÁREZ M.L., VIDAL-ABARCA GUTIÉRREZ M.R., VIVAS S. & ZAMORA-MUÑOZ C. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica* 21: 175-185.
- ALBA-TERCEDOR J. & SÁNCHEZ-ORTEGA A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica* 4: 1-56.
- ALONSO A. & CAMARGO J.A. 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas* 14: 87-99.
- ÁLVAREZ-CABRÍA M. 2010. *Estudio de la variabilidad espacio-temporal de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los ecosistemas fluviales de Cantabria: repercusiones para la aplicación de la Directiva Marco del Agua*. Universidad de Cantabria.
- ÁLVAREZ L.F. & ROLDÁN G. 1983. Estudio del Orden Hemiptera (Heteroptera) en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas* 12: 31-46.
- ANTUNES I.M.H.H., ALBUQUERQUE M.T.D., SECO M.F.M., OLIVEIRA S.F. & SANZ G. 2014. Uranium and Arsenic Spatial Distribution in the Águeda Watershed groundwater. *Procedia Earth and Planetary Science* 8: 13-17.
- ANDERSEN N.M. 1982. *The semiaquatic Bugs (Hemiptera: Gerromorpha) Phylogeny, Adaptations, Biogeography and Classification*. Entomograph Vol. 3. Klampenborg: Scandinavian Science Press LTD.

- ARDILA-CAMACHO A. & NORIEGA J.A. 2014. First record of Osmylidae (Neuroptera) from Colombia and description of two new species of *Isostenosmylus* Krüger, 1913. *Zootaxa* 3826: 315-328.
- ARNALDO P., MOREIRA J. & OLIVERIRA I. 2010. Habitat association of Odonata in mountainous water sites in Northeastern Portugal. *Odonatologica* 39: 185-193.
- ARMITAGE P.D., MOSS D., WRIGHT J.F. & FURSE M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333-347.
- ARAUJO R. 2012. *Unio crassus*. En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados*. (pp. 54). Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- ARRIBAS-MORENO A. & JIMÉNEZ-FUENTES E. 1978. Esquema geológico-litológico de la provincia de Salamanca. En: Balcells R.E. (Coord.) *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. Estudio fisiográfico-descriptivo*, 2, (pp. 41-61). Salamanca-Jaca: Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca y Centro Pirenaico de Biología Experimental.
- ASKEW R.R. 2004. *The dragonflies of Europe*, Colchester: Harley Books.
- ASPÖCK U. 2002. Phylogeny of the Neuropterida (Insecta: Holometabola). *Zoologica Scripta* 31: 51-55.
- AZPILICUETA-AMORÍN M., CORDERO-RIVERA A. & OCHARAN F.J. 2009. *Gomphus graslinii* (Rambur, 1842). En: J.R. Verdú & E. Galante (Eds.), *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies En Peligro Crítico y En Peligro)* (1era ed.) (pp. 222-227). Madrid: Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente.
- AZRINA M.Z., YAP C.K., ISMAIL A.R., ISMAIL A. & TAN S.G. 2006. Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 64: 337-34.
- BARBER-JAMES H.M., GATTOLLIAT J., SARTORI M. & HUBBARD M.D. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta). *Hydrobiologia* 595: 339-350.
- BARBOUR M.T., STRIBLING J.B., & KARR J.R. 1995. Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition. En: W.S. Davis & T.P. Simon (Eds.) *Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making* (pp. 63-78). Boca Raton, Florida: Lewis Publishers.
- BARBOUR M.T., GERRITSEN J., GRIFFITH R., FRYDENBORG R., MCCARRON E., WHITE J.S. & BASTIAN M.L. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society* 15: 185-211.
- BARNARD P.C. 2011. *Royal entomological society book of British insects*. Oxford: Wiley-Blackwell Publishing
- BASCONES L., RODRÍGUEZ M.D., VALLADARES I., DÍEZ M.A., CARBALLEIRA J., CANTANO M., LIÑÁN E., PALACIOS T.M., RINCÓN R. & BRELL J.M. 1990. *Mapa geológico de España y memoria explicativa E: 1. 50.000, HOJA 526 (Serradilla del Arroyo)*, Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- BAUERNFEIND E. & SOLDÁN T. 2012. *The Mayflies of Europe (Ephemeroptera)*. Ollerup: Apollo Books.

- BOBEE B., LACHANCE M. & POTVIN L. 1981. Analyse multivariée et interprétation géochimique de la variabilité spatiale de la qualité de l'eau des rivières du Québec méridional. *Journal of Hydrology* 53: 95-116.
- BODA P., BOZÓKI T., VÁSÁRHELYI T., BAKONYI G. & VÁRBÍRÓ G. 2015. Revised and annotated checklist of aquatic and semi-aquatic Heteroptera of Hungary with comments on biodiversity patterns. *ZooKeys* 501: 89-108.
- BOE. 2011. Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Boletín Oficial del Estado, 46, de 23 de febrero de 2011.
- BOE. 2008. Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica. Boletín Oficial del Estado, 229, de 22 de septiembre de 2008.
- BOE. 1997. Real Decreto 1997/45, de 7 de diciembre, de medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Boletín Oficial del Estado, 310, de 28 de diciembre de 1997.
- BOUDOT J.P. & DOMMANGET J.L. 2015. *Onychogomphus uncatatus*. En : J.P. Boudot & J.L. Dommanget (Ed.) *Atlas of the European dragonflies and damselflies* (pp. 205–206). KNNV Publishing.
- BOUDOT J-P., KALKMAN V.J., AZPILICUETA AMORIN M., BOGDANOVIC T., CORDERO RIVERA A., DEGABRIELE G., DOMMANGET J-L., FERREIRA S., GARRIGOS B., JOVIC M., KOTARAC M., LOPAU W., MARINOV M., MIHOKOVIC N., RISERVATO E., SAMRAOUI B. & SCHNEIDER W. 2009. Atlas of the Odonata of the Mediterranean and North Africa. *Libellula* 9: 1-256.
- BOUDOT J.P., LOCKWOOD M. & CORDERO RIVERA A. 2015. *Boyeria irene*. En J.P. Boudot & J.L. Dommanget (Ed.) *Atlas of the European dragonflies and damselflies* (p. 181). KNNV Publishing.
- BUTLER M.G. 1984. *Life histories of aquatic insects*. En: Resh V.H. & Rosenberg D.M (Eds.) *The Ecology of aquatic insects* (pp. 24-55). New York: Praeger.
- CAIN D., LUOMA S., & WALLACE W. 2004. Linking metal bioaccumulation of aquatic insect to their distribution patterns in mining-impacted river. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23: 1463-1473.
- CAIRNS J., & PRATT J.R. 1993. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. En: D.M. Rosenberg & V.R. Resh (Ed.) *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (pp. 10-27). Nueva York. Chapman & Hall.
- CAMPOS F., VELASCO T., SANTOS E. & SANZ G. 2012. Nueva cita de *Macromia splendens* (Pictet, 1843) (Odonata, Corduliidae) en el oeste de España. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 36: 233-235.
- CAMPOS F., VELASCO T., SANZ G. & SANTOS E. 2013. Odonatos de la cuenca alta del río Águeda (Salamanca, oeste de España) (Insecta: Odonata). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 53: 234-238.
- CANO-VILLEGAS F.J. 2007. Odonatos del río Borosa (Jaén, sur de España) (Odonata). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 41: 468-470.
- CARCHINI G. 1983. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane: Odonati (Odonata)*, Roma: Consiglio Nazionale delle Ricerche.

- CASADO C., MONTES C., GARCÍA DE JALÓN D. & SORIANO O. 1990. Contribución al estudio faunístico del bentos fluvial del río Lozoya (Sierra de Guadarrama, España). *Limnetica* 6: 87-100.
- CASANUEVA P., CAMPOS F., VELASCO T., SANZ G. & NUNES L.F. 2015. Selección de sustrato de emergencia por *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) (Odonata: Cordulegastridae) en un río del centro de la Península Ibérica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 56: 349-350.
- CASTELLA E. 1987. Larval Odonata distribution as a describer of fluvial ecosystems: the Rhône and Ain Rivers, France. *Advances in Odonatology* 3: 23-40.
- CHELMICK D. 2006. Some observations of *Macromia splendens* (Pictet) in Andalucía Spain (Anisoptera: Macromiidae). *Notulae Odonatologicae* 6: 69-80.
- CLARKE A., MAC NALLY R., BOND N. & LAKE P.S. 2008. Macroinvertebrate diversity in headwater streams: a review. *Freshwater Biology* 53: 1707-1721.
- CLAUSNITZER H.J., HENGST R., KRIEGER C. & THOMES A. 2010. *Boyeria irene* in Niedersachsen (Odonata: Aeshnidae). *Libellula* 2: 155-168.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO. Visor Mírame - IDEDuero [http://www.mirame.chduero.es/Visor Mirame /](http://www.mirame.chduero.es/Visor_Mirame/) Catalogo. Hidrografía. Cuencas: Vertientes: Cuencas vertientes por masa. Masas de agua. Información de detalle: Clasificación por ecotipo: Masas río. Último acceso: 31 Julio 2018.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. 2006. Establecimiento de condiciones de referencia y redefinición de redes en la cuenca del Ebro, según la Directiva 2000/60/CE (Expediente no 27/04-A).
- CORBET P.S. 1954. Seasonal regulation in British dragonflies. *Nature* 174: 655.
- CORBET P.S. 1957. The life-history of the emperor dragonfly *Anax imperator* Leach (Odonata: Aeshnidae). *Journal Animal Ecology* 26: 1-69.
- CORBET P.S. 1964. Temporal patterns of emergence in aquatic insects. *The Canadian Entomologist* 96: 264-279.
- CORBET P.S. 1999. *Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata*. Colchester: Harley Books.
- CORBET P.S. 2002. Stadia and growth ratios of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology* 5: 45-73.
- CORBET P.S., HARVEY I. FABISGOLD J. & MORRIS F. 1989. Seasonal regulation in *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer) (Zygoptera: Coenagrionidae). 2. Effect of photoperiod on larval development in spring and summer. *Odonatologica* 18: 333-348.
- CORBET P.S., SUHLING F. & SOENDGERATH D. 2006. Voltinism of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology* 9: 1-44.
- CORDERO-RIVERA A. 2000. Distribution, habitat requirements and conservation of *Macromia splendens* Pictet (Odonata: Corduliidae) in Galicia (NW Spain). *International Journal of Odonatology* 3: 73-83.
- CORDERO-RIVERA A. 2007. *Macromia splendens*: Estado de conservación y problemática de futuro. En: J. Pérez-Godillo & A. Sánchez-García. Actas I Jornadas sobre la conservación de artrópodos en Extremadura, pp. 117-130. Badajoz.
- CORDERO-RIVERA A., LUQUE-PINO P., AZPILICUETA-AMORÍN M., BLANCO-GARRIDO F., CANO-VILLEGAS F.J., DA SILVA G., GAVIRA-ROMERO O., HERRERA-GRAO A.F., NIETO A. PÉREZ- GORDILLO J., TORRALBA-BURRIAL A. & OCHARAN-LARRONDO F.J. 2010. *Macromia splendens* in the Iberian Peninsula: status and

- priorities for research. En: *Proceedings 1st European Congress on Odonatology*, Vairão-Vila do Conde, Portugal.
- CORDERO-RIVERA A., TORRALBA-BURRIAL A., OCHARAN F.J., CANO F.J., OUTOMURO D. & AZPILICUETA-AMORÍN M. 2012. *Macromia splendens*. En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados* (pp. 67). Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- CÓRDOVA S., GAETE H., ARÁNGUIZ F., & FIGUEROA R. 2009. Evaluación de la calidad de las aguas del estero limache (Chile central), mediante bioindicadores. *Latin American Journal of Aquatic Research* 37: 199-209
- COSTA C., IDE S. & SIMONKA C. E. 2006. Megaloptera. En: Sociedad Entomológica Aragonesa & Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (Eds.) *Insectos inmaduros: Metamorfosis e identificación* (pp.87-92). Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa.
- COVER M.R. & BOGAN M.T. 2015. Minor Insect Orders. En: J. Thorp & D.C. Rogers (Eds) *Thorp & Covich's Freshwater Invertebrates (Fourth Edition)* (pp. 1059-1072). Cambridge: Academic Press.
- COVER M.R. & RESH V.H. 2008. Global diversity of dragonflies, fishflies, and alderflies (Megaloptera; Insecta) and spongillafly, nevrothids, and osmylids (Neuroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 409-417.
- CRANSTON P.S. 1995. Systematics. En: P.D. Armitage, P.S Cranston & L.C. Pinder (Eds.) *The Chironomidae: the biology and ecology of nonbiting midges* (pp. 31-52). London: Chapman and Hall.
- DE BERNARDI R. 2001. Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater. Preface. *J. Limnol.* 60, sup. 1: i.
- DE HAAS E.M. & KRAAK M. H.S. 2008. Species-specific responses of two benthic invertebrates explain their distribution along environmental gradients in freshwater habitats. *Science of the Total Environment* 406: 430-435.
- DEHARVENG L., D'HAESE A.D. & BEDOS A. 2008. Global diversity of springtails (Collembola; Hexapoda) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 329-338.
- DI SABATINO A., SMIT H., GERECKE R., GOLDSCHMIDT T., MATSUMOTO N. & CICOLANI B. 2008. Global diversity of water mites (Acari, Hydrachnidia; Arachnida) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 303-315.
- DIJKSTRA K.D.B. & LEWINGTON R. 2006. *Field Guide of the dragonflies of Britain and Europe*. Gillingham: British Wildlife Publishing.
- DO. 1979. Directiva 79/409/CEE del Consejo de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Diario Oficial, 103, de 25 abril de 1979.
- DO. 1992. Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Diario Oficial, 206, de 22 julio de 1992.
- DOCE. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 327, de 22 diciembre de 2000.
- DOMMANGET J.L. 1998. *Les libellules et leurs habitats. Eléments de gestion et restauration*. París: Société Française d'Odonatologie.

- DOMMANGET J.L. 1987. *Étude faunistique et bibliographique des odonates de France*. París: Secretariat de la Faune et de la Flore, Museum National d'Histoire Naturelle.
- DOUCET G. 2010. *Clé de détermination des exuvies des odonates de France*. Boisd'Arcy, Francia: Société Française d'Odonatologie.
- ELLIOTT J. M. 2008. The ecology of riffle beetles (Coleoptera: Elmidae). *Freshwater Reviews* 1: 189-203.
- ELLIOTT J. M. 1996. *British freshwater Megaloptera and Neuroptera: A key with ecological notes*. Ambleside: Freshwater Biological Association, Scientific Publication.
- EVANGELIO-PINACH J.M. & DÍAZ-MARTÍNEZ C. 2015. Puesta de *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) (Odonata, Cordulegastridae) en la arena seca de una playa de Asturias (norte de España). *Boletín de la Asociación de española de Entomología* 39: 411-414.
- FENOGLIO S., BADINO, G., & BONA F. 2002. Benthic macroinvertebrate communities as indicators of river environment quality: an experience in Nicaragua. *Revista de Biología Tropical* 50: 1125-1131.
- FERNÁNDEZ P.S. 2017. Nuevos datos acerca de varias especies de neurópteros (Neuroptera) protegidas o raras en Castilla-La Mancha (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 60: 359-360.
- FERREIRA S., GROSSO-SILVA J.M. & SOUSA P. 2009. The dragonflies of Serra da Estrela Natural Park, Portugal (Insecta, Odonata). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 44: 417-424.
- FERRERAS-ROMERO M. 1997. The life history of *Boyeria irene* (Fonscolombe, 1838) (Odonata: Aeshnidae) in the Sierra Morena mountains (Southern Spain). *Hydrobiologia*, 345(2-3), 109-116.
- FERRERAS-ROMERO M. 1988. New data on the ecological tolerance of some rheophilous Odonata in Mediterranean Europe (Sierra Morena, Southern Spain). *Odonatologica* 17: 121-126.
- FERRERAS-ROMERO M. 1999. Biodiversity of rheophilous odonata in Southern Spain. *Odonatologica* 28: 417-420.
- FERRERAS-ROMERO M. 2013. Comparative analysis of the conservation state of southern Iberian stream using Odonata as indicators of environmental quality. *Métodos en Ecología y Sistemática* 7: 20-36.
- FERRERAS-ROMERO M., ATIÉNZAR M.D. & CORBET P.S. 1999. The life cycle of *Onychogomphus uncatus* (Charpentier, 1840) (Odonata: Gomphidae) in the Sierra Morena Mountains (southern Spain): an example of protracted larval development in the Mediterranean basin. *Archives für Hydrobiologie* 144: 215-228.
- FERRERAS-ROMERO M. & CANO-VILLEGAS F.J. 2004. Odonatos de cursos fluviales del Parque Natural Los Alcornocales (Sur de España). *Boletín de la Asociación española de Entomología* 28: 49-64.
- FERRERAS-ROMERO M., CANO-VILLEGAS F.J. & SALAMANCA-OCAÑA J.C. 2003. Valoración de la cuenca del río Guadiamar (sur de España), afectada por un vertido minero, en base a su odonatofauna. *Limnetica* 22: 53-62.
- FERRERAS-ROMERO M. & CORBET P.S. 1995. Seasonal patterns of emergence in Odonata of a permanent stream in southwestern Europe. *Aquatic Insects* 17: 123-127.

- FERRERAS-ROMERO M. & CORBET P.S. 1999. The life cycle of *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) (Odonata: Cordulegastridae) in the Sierra Morena Mountains (southern Spain). *Hydrobiologia* 405: 39-48
- FERRERAS-ROMERO M. & GALLARDO-MAYENCO A. 1985. Los odonatos de la cuenca del río Guadimar (Sevilla). *Mediterránea Serie Biológica* 8: 17-28.
- FERRERAS-ROMERO M. & GARCÍA-ROJAS A.M. 1995. Life-history patterns and spatial separation exhibited by the odonates from a Mediterranean inland catchment in southern Spain. *Vie et Milieu* 45: 157-166.
- FERRERAS-ROMERO M. & MÁRQUEZ-RODRÍGUEZ J. 2014. Odonatos asociados a cursos estacionales de Sierra Morena (sur de España). *Boletín de la Asociación española de Entomología* 38: 173-184
- FERRERAS-ROMERO M. & PUCHOL-CABALLERO V. 1984. *Los insectos odonatos en Andalucía. Bases para su estudio faunístico*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- FERRINGTON L.C. 2008. Global biodiversity of Scorpionflies and Hangingflies (Mecoptera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 443-445.
- FIGUEROA R., RUÍZ V.H., ENCINA-MONTOYA F. & PALMA A. 2005. Simplificación en el uso de macroinvertebrados en la evaluación de la calidad de las aguas en sistemas fluviales. *Interciencia* 30: 770-774.
- FOOTE L.A. & RICE C.L. 2005. Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *Ecological Entomology* 30: 273-283.
- GALLARDO-LANCHO J.F., EGIDO-RODRÍGUEZ J.A., PRAT-PÉREZ L., MACARRO M.C., PÉREZ C. & RIVAS M.D. 1980. Suelos Forestales de El Rebollar (Salamanca): I. Consideraciones generales. *Anuario Centro Edafológico y Biología Aplicada de Salamanca* 6: 193-213.
- GAMO J. 1987. Microturbelarios de la Península Ibérica. *Miscellanea Zoológica* 11: 41-49.
- GAMO J. & NOREÑA-JANSSEN C. 1998. Old and new records of turbellarians from the central areas of Spain. *Hydrobiologia* 383: 299-305.
- GARCÍA DE FIGUEROA L.C. 1970. Sierra de Gata. Mapa geológico de España (1: 50.000). Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- GARCÍA DE JALÓN D. & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO M. 1986. *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la Cuenca del Duero. Monografía 45*. Madrid: Instituto para la Conservación de la Naturaleza.
- GATTOLLIAT J.L. & SARTORI M. 2000. Guloptiloides: an extraordinary new carnivorous genus of Baetidae (Ephemeroptera). *Aquatic Insects* 22: 148-159.
- GLIME J.M. 2017. Aquatic Insects: Holometabola-Neuroptera and Megaloptera. Chapt. 11-8. En: J.M. Glime (Ed.) *Bryophyte Ecology. Vol. 2. Bryological Interaction*. Disponible en: digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology2
- GÓMEZ J.T. & SERNA J.T. 2006. Moluscos testáceos de la Sierra de Francia y regiones adyacentes (Salamanca, España). *Asociación Catalana de Malacologia SPIRA* 2: 113-117.
- GONZÁLEZ M.A. & COBO F. 2004. Mecopteroides. Generalidades. En: A. Tinaut & F. Pascual (Coords.) *Proyecto Andalucía. Naturaleza. Tomo XVII: Zoología V*: (pp. 352-382). Sevilla: Publicaciones Comunitarias. Grupo Hércules.
- GORDON N.D., MCMAHON T.A. & FINLAYSON B.L. 1992. *Sediment Motion, Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists*. Chichester: John Wiley and Sons.
- GRAND D. & BOUDOT J.P. 2006. *Les libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Mèze: Biotope.

- GRIMALDI D., ENGEL M.S. & ENGEL M.S. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge: Cambridge University Press.
- GRUSTÁN D. 2015. Orden Megaloptera. *Ibero Diversidad Entomológica @ccesible (IDE@-SEA)* 57: 1-8.
- GUAN Z., DUMONT H. J., YU X., HAN B. P. & VIERSTRAETE A. 2013. *Pyrrhosoma* and its relatives: a phylogenetic study (Odonata: Zygoptera). *International Journal of Odonatology* 16: 247-257.
- GUILLER P.S. & MALMQVIST B. 1998. *The biology of streams and rivers, Biology of habitats*. Oxford: Oxford University Press.
- HAIDEKKER A. & HERING D. 2008. Relationship between benthic insects (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) and temperature in small and medium-sized streams in Germany: A multivariate study. *Aquatic Ecology* 42: 463-481.
- HANSON P., SPRINGER M. & RAMÍREZ A. 2010. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical* 58: 3-37.
- HAWKING J.H. & NEW T.R. 2002. Interpreting dragonfly diversity to aid in conservation assessment: lessons from the Odonata assemblage at Middle Creek, north-eastern Victoria, Australia. *Journal of Insect Conservation* 6: 171-178.
- HEIDEMANN H. & SEIDENBUSCH R. 2002. *Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf Corse)*. Bois d'Arcy: Société Française d'Odonatologie.
- HERSHEY A.E. & LAMBERTI G.A. 2001. Aquatic insects ecology. En: Thorp J.H. & Covich A.P. (Eds.) *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates (2nd edition)* (pp. 773-810). San Diego: Academic Press.
- HISELHOFF W.L. 2001. Diversity and classification of Insects and Collembola. En: Thorp J.H. & Covich A.P. (Eds.) *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates (2nd edition)* (pp. 661-732). San Diego: Academic Press.
- HYNES H.B.N. 1970. *The ecology of running waters*. Toronto: University of Toronto Press.
- HOLZENTHAL R.W., MORSE J.C. & KJER K.M. 2011. Order Trichoptera Kirby, 1813. En: Zhang Z.Q. (Ed.) *Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa* 3148: 209-211.
- INGRAM B.R. & JENNER C.E. 1976. Life histories of *Enallagma hageni* (Walsh) and *E. aspersum* (Hagen) (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* 5: 331-345.
- IVANOV V.D. & MELNITSKY S.I. 2014. Questions of molecular evolution of pheromone communication in caddisflies and lower moths (Insecta: Trichoptera, Lepidoptera). *Entomologicheskoe Obozrenie* 93: 311-327.
- JIMÉNEZ-GUIRADO D., PERALTA M. & PEÑA-SANTIAGO R. 2007. Nematodo, Mononchida, Dorylaimida I. En: M.A. Ramos *et al.* (Eds.) *Fauna Ibérica vol. 30*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigación Científicas.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Visor de Información Geográfica. <http://www.idecyl.jcyl.es>. Último acceso: 31 julio de 2018.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. 2015. Datos básicos del Espacio Protegido Red Natura 2000: ZEC ES4150032 El Rebollar. Consejería de Medio Ambiente <http://medioambiente.jcyl.es>. Último acceso: 8 octubre de 2017.
- JURZITZA G. 1967. Ein beitrage zur kenntnis der *Boyeria irene* (Fonscolombe), (Odonata, Aeshnidae). *Beiträge zur Naturkunde Forschung Südwest-Deutschland* 26: 149-154.

- KALKMAN V.J., CLAUSNITZER V., DIJKSTRA K.D.B., ORR A.G., PAULSON D.R. & VAN TOL J. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 351–363.
- KIELY G. 1999. *Ingeniería Ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de control*. Madrid: McGraw-Hill.
- KJER K.M., BLAHNIK R.J. & HOLZENTHAL R.W. 2001. Phylogeny of Trichoptera (Caddisflies): Characterization of signal and noise within multiple datasets. *Systematic Biology* 50: 781–816.
- KORBAA M., FERRERAS-ROMERO M., BEJAOU M. & BOUMAIZA M. 2014. Two species of Odonata newly recorded from Tunisia. *African Entomology* 22: 291–296.
- KRISKA G. 2014. *Freshwater Invertebrates in Central Europe: a Field Guide*. Viena: Springer.
- KRISTENSEN N.P. 1997. Early evolution of the Trichoptera + Lepidoptera lineage: phylogeny and the ecological scenario. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 173: 253–271.
- LANCASTER J. & DOWNES B.J. 2013. *Aquatic Entomology*. Oxford: University Press.
- LARSON D.J. 1985. Structure in temperate predaceous diving beetle communities (Coleoptera: Dytiscidae). *Holarctic Ecology* 8: 18–32.
- LIFE-CIPRÍBER LIFE13 NAT/ES/000772. Actuaciones para la protección y conservación de ciprínidos ibéricos de interés comunitario -CIPRÍBER-. www.eucyl.jcyl.es. Último acceso: 25 septiembre 2017.
- LIZANA M. 2002. Análisis regional de la herpetofauna española. En: J. Pleguezuelos & R. Márquez (Eds.) *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España* (2nd ed.) (pp. 462–463). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española.
- LUCEÑO M., VARGAS P. & GARCÍA B. 2016. *Guía de Campo del Sistema Central*. Madrid: Raíces.
- LUQUE-PINO P., TORRALBA-BURRIAL A., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ D. & SERRA-SORRIBES A. 2013. Primera cita de *Gomphus graslinii* (Rambur, 1844) y confirmación de la reproducción de *Macromia splendens* (Pictet, 1843) (Odonata: Gomphidae, Corduliidae) en Aragón (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 53: 327–328.
- MACÍAS N.A., COLÓN-GAUD C., DUGGINS J.W. & RAMÍREZ A. 2014. Do omnivorous shrimp influence mayfly nymph life history traits in a tropical island stream? *Revista de Biología Tropical* 62: 41–51.
- MALM T., JOHANSON K.A. & WAHLBERG N. 2013. The evolutionary history of Trichoptera (Insecta): A case of successful adaptation to life in freshwater. *Systematic Entomology* 38: 459–473.
- MARGALEF R. 1983. *Limnología*. Barcelona: Omega.
- MARQUÉS M.J., MARTÍNEZ-CONDE E. & ROVIRA J. V. 2001. Los macroinvertebrados como índices de evaluación rápida de ecosistemas acuáticos contaminados por metales pesados. *Ecotoxicology and Environmental Restoration* 4: 25–31.
- MÁRQUEZ-RODRÍGUEZ J. 2015. *Seguimiento plurianual de la fauna de macroinvertebrados en dos cursos de pequeño orden de Sierra Morena (Sevilla) tras un incendio forestal*. Tesis Doctoral. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla.
- MÁRQUEZ-RORÍGUEZ J. & FERRERAS-ROMERO M. 2008. Contribución al conocimiento de la distribución ibérica de *Macromia splendens* (Pictet, 1843)

- (Odonata: Corduliidae). *Boletín de la Asociación española de Entomología* 3: 371-374.
- MARTÍN R. 1997. Contribución al conocimiento de la fauna de libélulas (Insecta: Odonata) del Alto Ampurdán (Gerona). *Boletín de la Asociación española de Entomología* 21: 269-274.
- MARTÍN R. 1999. La Odonatofauna (Insecta: Odonata) del Parque Natural del Montseny (Cataluña, NE Península Ibérica). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 23: 171-193.
- MATEO J. 2002. Áreas importantes para la herpetofauna española. En: J. Pleguezuelos & R. Márquez (Eds.) *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España* (2nd ed.) (pp.240-242). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española.
- MATEOS E., CABRERA C., CARRANZA S. & RIUTORT M. 2009. Molecular analysis of the diversity of terrestrial planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Continenticola) in the Iberian Peninsula. *Zoologica Scripta* 38: 637-649.
- MCCAFFERTY W.P. & PROVONSHA A.V. 1986. Comparative mouthpart morphology and evolution of the carnivorous Heptageniidae (Ephemeroptera). *Aquatic insects* 8: 83-89.
- MCGEOCH M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews* 73: 181-201.
- MCINTOSH A.R., PECKARSKY B.L. & TAYLOR B.W. 1999. Rapid size-specific changes in the drift of *Baetis bicaudatus* (Ephemeroptera) caused by alterations in fish odour concentration. *Oecologia* 118: 256-264.
- MEBANE C.A. 2001. Testing bioassessment metrics: Macroinvertebrate, sculpin, and salmonid responses to stream habitat, sediment, and metals. *Environmental Monitoring and Assessment* 67: 293-322.
- METCALFE J.L. 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. *Environmental Pollution* 60: 101-139.
- METCALFE-SMITH J.L. 1994. Biological water-quality assessment of rivers: use of macroinvertebrate communities. En: Calow P. & Petts G.E. (Ed.) *The Rivers Handbook, Hydrological and Ecological Principles*, Vol. 2, (pp. 144-170). Oxford: Blackwell.
- MEZA-S. A.M., RUBIO-M J., G-DIAS L. & M-WALTEROS J. 2012. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchina Colombia. *Caldasia* 4: 443-456.
- MIGUÉLEZ D. & VALLADARES F. 2008. Contribución al conocimiento de *Osmylus fulvicephalus* (Scopoli, 1763) en el área cantábrica: distribución y características del hábitat de su larva (Planipennia, Osmylidae). *Graellsia* 64: 345-348.
- MILLÁN A., VELASCO J., VIDAL-ABARCA M.R., SUÁREZ M.L. & RAMÍREZ-DÍAZ L. 1996. Distribución espacial de los Adephaga acuáticos (Coleoptera) en la cuenca del río Segura (SE de la Península Ibérica). *Limnetica* 12: 13-29.
- MILLER A.K. & MILLER P.L. 1985. Simultaneous occurrence of crepuscular feeding and sexual activity in *Boyeria irene* (Fonsc.) in southern France (Odonata, Aeshnidae). *Entomologist's Monthly Magazine* 121: 123-124.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. 2013. Organismos invertebrados bentónicos en ríos. Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables. ML-Rv-I-

- 2013 Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables (ML-Rv-I-2013).
- MISO B. *et al.* (101 coautores) 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science* 346: 763-767.
- MOLINA E. & CANTANO M. 2002. Study of weathering processes developed on old piedmont surfaces in Western Spain: new contributions to the interpretation of the “Raña” profiles. *Geomorfology* 42: 279-292.
- MONTES C., RAMÍREZ-DÍAZ L. & SOLER A.G. 1982. Variación estacional de las taxocenosis de Odonatos, Coleópteros y Heterópteros acuáticos en algunos ecosistemas del bajo Guadalquivir (SW España) durante un ciclo anual. *Anales de la Universidad de Murcia* 38: 19-100.
- MOLANO-RENDÓN F., CAMACHO-PINZÓN D.L. & SERRATO-HURTADO C. 2005. Gerridae (Heteroptera: Gerromorpha) de Colombia. *Biota Colombiana* 6: 163-172.
- MONSERRAT V.J. 1984. Los neurópteros acuáticos de la península Ibérica (Insecta, Neuroptera). *Limnetica* 1: 321-335
- MONSERRAT V.J. 2014. Los megalópteros de la Península Ibérica (Insecta, Neuropterida, Megaloptera, Sialidae). *Graellsia* 70, 009.
- MORAIS M., PINTO P., GUILHERME P., ROSADO J. & ANTUNES I. 2004. Assessment of temporary streams: the robustness of metric and multimetric indices under different hydrological conditions. *Hydrobiologia* 516: 229-249.
- MORALES J., NEGRO A.I. & LIZANA M. 2017. Reseñas sobre diversidad de invertebrados no artrópodos dulceacuícolas. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 24: 21-44.
- MUNNÉ A. & PRAT N. 2009. Use of macroinvertebrate-based multimetric indices for water quality evaluation on Spanish Mediterranean rivers: an intercalibration approach with the IBMWP index. *Hydrobiologia* 628: 203-225.
- NAKANO D. & NAKAMURA F. 2006. Responses of macroinvertebrate communities to river restoration in a channelized segment of the Shibetsu River, Northern Japan. *River Research and Applications* 22: 681-689.
- NEDEAU E.J., MERRITT R.W. & KAUFMAN M.G. 2003. The effect of an industrial effluent on an urban stream benthic community: water quality vs habitat quality. *Environmental Pollution* 123: 1-13.
- NICOLA G.G., ALMODÓVAR A. & ELVIRA B. 2010. Effects of environmental factors and predation on benthic communities in headwater streams. *Aquatic Sciences* 72: 419-429.
- NIEVES A.E. 1989. Estudio de las comunidades macrobénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Actualidades Biológicas* 18: 45-60.
- NOREÑA C., DEL CAMPO A. & DEL REAL M. 1999. Taxonomy and morphology of limnic microturbellarians (Plathelminthes) in Extremadura (Spain). *Hydrobiologia* 397: 21-28.
- NORLING U. 1971. The life history and seasonal regulation of *Aeshna viridis* Eversm. in southern Sweden (Odonata). *Insect Systematics & Evolution* 2: 170-190.
- NORLING U. 1984. Life history patterns in the northern expansion of dragonflies. *Advances in Odonatology* 2: 127-156.
- NORRIS, R.H., & HAWKINS, C.P. 2000. Monitoring river health. *Hydrobiologia* 435: 5-17.

- OCHARAN F.J. 1988. Composición de la odonatofauna ibérica. *Revista de Biología de la Universidad de Oviedo* 6: 83-93.
- OCHARAN F.J., FERRERAS-ROMERO M., OCHARAN, R. & CORDERO-RIVERA A. 2006. *Macromia splendens* (Pictet, 1843). En: J.R. Verdú & E. Galante (Eds.) *Libro Rojo de los Invertebrados de España* (pp. 258-259). Madrid: Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente.
- OCHARAN R. & OCHARAN F.J. 2002. Odonatos del valle de Cuartango (Álava). *Boletín de la Asociación española de Entomología* 26: 97-110.
- OCHARAN F.J. & TORRALBA-BURRIAL A. 2004. La relación entre los odonatos y la altitud: el caso de Asturias (Norte de España) y la Península Ibérica (Odonata). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 35: 103-116.
- OCHARAN F.J. & TORRALBA-BURRIAL A. 2005. Primera cita de *Ischnura elegans* (Van der Linden, 1820) y *Ceriagrion tenellum* (Villers, 1789) (Odonata: Coenagrionidae) para Teruel (NE de España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 36: 284.
- OSCOZ J. 2003. *Estudio del río Larraun (Navarra): Calidad de sus aguas y análisis de la comunidad piscícola*. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra, Pamplona.
- OSCOZ J., DURÁN C. & LARRAZ M.L. 2004. Contribución al conocimiento de algunos moluscos acuáticos (Mollusca: Gastropoda) en la cuenca del Ebro. *Munibe* 55: 155-166.
- OSCOZ J. 2008. Guía de campo. Macro-invertebrados de la Cuenca del Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro. Disponible en: <http://www.chebro.es>
- OSCOZ J., GALICIA D. & MIRANDA R. 2011. *Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain*. Dordrecht: Springer.
- OUTOMURO D., TORRALBA-BURRIAL A. & OCHARAN F.J. 2010. Distribution of the Iberian *Calopteryx* damselflies and its relation with bioclimatic belts: evolutionary and biogeographic implications. *Journal of Insect Science* 10: 1-16.
- PADILLA F. & CUESTA A.E. 2003. *Zoología aplicada*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- PARSONS M. & NORRIS R.H. 1996. The effect of habitat specific sampling on biological assessment of water quality using a predictive model. *Freshwater Biology* 36: 419-434.
- PAULSON D.R. & JENNER C.E. 1971. Population structure in overwintering larval Odonata in North Carolina in relation to adult flight season. *Ecology* 52: 96-107.
- PAVE P.J. & MARCHESE M. 2005. Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología Austral* 15: 183-197.
- PAZ-GARCÍA L., CONESA-GARCÍA M.A. & TORRALBA-BURRIAL A. 2017. Contribución de la red de seguimiento de la calidad de los ríos guipuzcoanos al conocimiento de la distribución de los Odonata de Gipuzkoa (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 61: 278-280.
- PEÑA-SANTIAGO R., ABOLAFIA J., GUERRERO P., LIÉBANAS G. & PERALTA M. 2006. Soil and freshwater nematodes of the Iberian fauna: a synthesis. *Graellsia* 62: 179-198.
- PINDER L.C.V. 1986. Biology of freshwater Chironomidae. *Annual Review of Entomology* 31: 1-23.
- PINDER L.C.V., LADLE M., GLEDHILL T., BASS J.A.B. & MATTHEWS A.M. 1987. Biological surveillance methods in relation to assessment of water quality. 1. A

- comparison of macroinvertebrate surveillance methods in relation to assessment of water quality, in a chalk stream. *Archiv für Hydrobiologie* 109: 207-226.
- PINO P.L. & SORRIBES A.S. 2006. *Macromia splendens* i *Gomphus graslinii*, dues noves espècies d'odonats per a Catalunya. *Butlletí Institució Catalana d'Història Natural* 74: 113-116.
- PORINCHU D.F. & MACDONALD G.M. 2003. The use and application of freshwater midges (Chironomidae: Insecta: Diptera) in geographical research. *Progress in Physical Geography* 27: 378-422.
- PRAT N., RÍOS B., ACOSTA R., & RIERADEVALL M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En: E. Domínguez & H.R. Fernández (Eds.) *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, pp. 631-654. San Miguel de Tucumán. Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo.
- PRUNIER F., BROTONS M., CABANA M., CAMPOS F., CASANUEVA P., CHELMICK D., CORDERO RIVERA A., DÍAZ MARTÍNEZ C., EVANGELIO J.M., GAINZARAIN J.A., GARCÍA-MORENO J., LOCKWOOD M., DE LOS REYES L., MAÑANI J., MEZQUITA-ARANBURU I., MUDDAMAN J., OCHARAN F.J., OTERO PÉREZ F., PRIETO LILLO E., REQUENA C., RIPOLL J., RODRÍGUEZ LUQUE F., RODRÍGUEZ P., ROMEO A., SALCEDO J., SALVADOR VILARIÑO, V., SÁNCHEZ BALIBREA J., TAMAJÓN GÓMEZ R., TORRALBA BURRIAL A., TOVAR C., WINTER P. & ZALDÍVAR R. 2015. Actualización del inventario provincial de Odonatos de España peninsular e Islas Baleares. *Boletín Rola* 6: 59-84.
- PUIG M.A. 1999. *Els macroinvertebrats dels rius catalans. Guia Il·lustrada*. Barcelona: Generalitat De Catalunya. Departament de Medi Ambient.
- PUJANTE-MORA A.M.P. 1997. Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 20: 277-284.
- RAMÍREZ G. & REGUERA DE CASTRO J.M. 1995. *Atlas del territorio de Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo.
- RAMÍREZ A. & VIÑA G. 1998. *Limnología colombiana: aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- RIBERA I. 2000. Biogeography and conservation of Iberian water beetles. *Biological Conservation* 92: 131-150.
- RIBERA I. & FOSTER G. 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 20: 265-276.
- RIBERA I., HERNANDO C. & AGUILERA P. 1998. An annotated checklist of the Iberian water beetles (Coleoptera). *Zapateri* 8: 43-111.
- RIBERA I. & MELLIC A. 2015. Orden Neuróptera. *Revista IDE@-SEA* 58: 1-12
- RICHARDS C. & MINSHALL G.W. 1988. The influence of periphyton abundance on *Baetis bicaudatus* distribution and colonization in a small stream. *Journal of the North American Benthological Society* 7: 77-86.
- RIVAS-MARTÍNEZ S. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Madrid: Instituto para la Conservación de la Naturaleza.
- RIVERA R. 2004. *Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los andes venezolanos*. Tesis doctoral. Universidad de los Andes, Mérida.
- ROBERT P.-A. 1958. *Les Libellules (Odonates)*, Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- ROLDÁN G.A. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Academia Colombiana de Ciencia* 23: 375-387.

- ROLDÁN G.A. 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col.* Medellín: Universidad de Antioquia.
- ROSENBERG D.M. & RESH V.H. (Eds.). 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.* Nueva York: Chapman and Hall.
- SÁNCHEZ A., PÉREZ J., JIMÉMEZ E. & TOVAR C. 2009. *Los Odonatos de Extremadura*, Mérida: Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura.
- SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D., ABELLÁN P., MELLADO A., VELASCO J. & MILLÁN A. 2006. Are water beetles good indicators of biodiversity in Mediterranean aquatic ecosystems? The case of the Segura river basin (SE Spain). *Biodiversity & Conservation* 15: 4507-4520.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ S., GARCÍA-SÁNCHEZ A., CARAVANTE P., RODRÍGUEZ-CRUZ M.S., SÁNCHEZ-MARTÍN M.J. & SANTA-REGINA I. 2013. Caracterización y análisis de impactos ambientales en la cuenca del río Águeda. En: F. Campos (Ed.), *Cuenca del río Águeda: un territorio para dos países*. Servicio de Publicaciones. Universidad Europea Miguel de Cervantes. Valladolid.
- SARR A.B., BENETTI C.J., FERNÁNDEZ-DÍAZ M. & GARRIDO J. 2013. The microhabitat preferences of water beetles in four rivers in Ourense province, Northwest Spain. *Limnetica* 32: 1-10.
- SCHAAD D.A., HERNÁNDEZ A.M., LÓPEZ J.A., PULIDO F.J., MERINO L. & MARTÍNEZ A. 2009. Evolución de la vegetación en la Sierra de Gata (Cáceres-Salamanca, España) durante el Holoceno reciente. Implicaciones biogeográficas. *Revista Española de Micropaleontología* 41: 91-105.
- SCHIMDT-KLOIBER A. & HERING D. 2015. www.freshwaterecology.info An online tool that unifies, standardises and codifies more than 20,000 European freshwater organisms and their ecological preferences. *Ecological Indicators* 53: 271-282.
- SCHLÜPMANN M. & MARTENS A. 2005. *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776). *Libellula* Supplement 14: 122-124.
- SCHÜTTE C. 1998. Überwinterung der Eier von *Gomphus flavipes* (Charpentier) und *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy) (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 59-70.
- SCHÜTTE C., SCHRIDDE P. & SUHLING F. 1998. Life history patterns of *Onychogomphus uncatus* (Charpentier) (Anisoptera: Gomphidae). *Odonatologica* 27: 71-86.
- SCHÜTTE C. & SCHRIMPF I. 2002. Explaining species distribution in running water systems: larval respiration and growth of two *Calopteryx* species (Odonata, Zygoptera). *Archiv für Hydrobiologie* 153: 217-229.
- SHAPAS T.J. & HILSENHOFF W.L. 1976. Feeding habits of Wisconsin's predominant lotic Plecoptera, Ephemeroptera, and Trichoptera. *The Great Lakes Entomologist* 9: 175-188.
- SJØBAKK T.E., ALMLI B. & STEINNES E. 1997. Heavy metal monitoring in contaminated river systems using Mayfly larvae. *Journal of Geochemical Exploration* 58: 203-207.
- SMITH I.M., COOK D.R. & SMITH B.P. 2001. Water mites (Hydrachnida) and other Arachnids. En: J.H. Thorp & A.P. Covich (Eds.) *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates (2nd edition)* (pp. 551-659). San Diego: Academic Press.

- SOLER J., MORENO D., ARAÚJO R. & RAMOS M. A. 2006. Diversidad y distribución de los moluscos de agua dulce en la Comunidad de Madrid (España). *Graellsia* 62 (Extra): 201-252.
- STRAHLER A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Civil Engineering Journal* 101: 1258–1262.
- STOKS R., JOHANSSON F. & DE BLOCK M. 2008. Life-history plasticity under time stress in damselfly larvae. En: A. Córdoba-Aguilar (Ed.) *Dragonflies: model organisms for ecological and evolutionary research* (pp. 39-51). Oxford: Oxford University Press.
- STOOPS C.A., ADLER P.H. & MCCREADIE J.W. 1998. Ecology of aquatic Lepidoptera (Crambidae: Nymphulinae) in South Carolina, USA. *Hydrobiologia* 379: 33-40.
- SUHLING F. 1995. Temporal patterns of emergence of the riverine dragonfly *Onychogomphus uncatatus* (Odonata: Gomphidae). *Hydrobiologia* 302: 113-118.
- SUHLING F. 2001. Intraguild predation, activity patterns, growth and longitudinal distribution in running water odonate larvae. *Archiv für Hydrobiologie* 151: 1-15.
- SUHLING F. & MÜLLER O. 1996. *Die Flussjungfern Europas. Die Flußjungfern Europas (Gomphidae). Die neue Brehm-Bücherei*. Magdeburg: Oxford: Westarp & Spektrum.
- SUTHERLAND W.J. (Ed.). 2006. *Ecological census techniques: a handbook*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SUTTON S.L. & COLLINS N.M. 1991. Insects and tropical forest conservation. En: N.M. Collins & J.A. Thomas (Eds.) *The conservation of insects and their habitats* (pp. 405-424). Londres: Academic Press.
- TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & USSEGLIO-POLATERA P. 2010. *Invertetébres d'eau douce. Systématique, biologie, ecologie*. París: CNRS editions.
- TEJERO DE LA CUESTA J.M. (dir.). 1988. *Análisis del medio físico de la provincia de Salamanca. Delimitación de unidades y estructuras del territorio*. Valladolid: Consejería de Fomento. Junta de Castilla y León.
- TENNESSEN K. 2017. A method for determining stadium number of late stage dragonfly nymphs (Odonata: Anisoptera). *Entomological News* 126: 299-306.
- THOMPSON D.J. 1978. Towards a realistic predator-prey model: the effect of temperature on the functional response and life history of larvae of the damselfly, *Ischnura elegans*. *Journal of Animal Ecology* 47: 757-767.
- TIERNO DE FIGUEROA J.M., LUZÓN-ORTEGA J.M. & LÓPEZ-RODRÍGUEZ M.J. 2007. *Los ríos mediterráneos: diversidad y conservación de su fauna. Biodiversidad y conservación de la fauna y flora mediterránea (2nd ed)*. Granada: Sociedad Granatense de Historia Natural.
- TORRALBA-BURRIAL A. 2009. *Estado ecológico, comunidades de macroinvertebrados y de odonatos de la red fluvial de Aragón*. Zaragoza: Consejo Económico y Social de Aragón.
- TORRALBA-BURRIAL A. 2015. Clase Insecta: Orden Odonata. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 41: 1-22.
- TORRALBA-BURRIAL A., DA SILVA G., RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ S., MENÉNDEZ D., GARCÍA-GARCÍA I., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ A. & FERNÁNDEZ-MENÉNDEZ D. 2013. Las comunidades de libélulas de la cuenca media-alta del río Támega (noreste de Portugal) (Insecta: Odonata). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 52: 173–190.

- TORRALBA-BURRIAL A. & OCHARAN F.J. 2007. Composición biogeográfica de la fauna de libélulas (Odonata) de la Península Ibérica, con especial referencia a la aragonesa. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 41: 179-188.
- TORRALBA-BURRIAL A. & OCHARAN F.J. 2008. Odonata de la red fluvial de la provincia de Teruel (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 42: 325-335.
- TORRALBA-BURRIAL A., OCHARAN F.J., OUTOMURO D., AZPILICUETA-AMORÍN M. & CORDERO-RIVERA A. 2012. *Oxygastra curtisii*. En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- VALLADOLID M., ARAUZO M. & JIMÉNEZ L. 2015. Estado ecológico de los ríos incluidos dentro del parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Cuenca del Ebro, Aragón), mediante indicadores de macroinvertebrados. *Pirineos* 170: 009.
- VALLE-GUTIÉRREZ, C.J. 2005. El medio: Comarca Salmantina. En: C.J. Valle-Gutiérrez (Coord.), *Setas de Salamanca (1ª ed.)* (pp.13-42). Salamanca: Diputación de Salamanca.
- VAN DER GEEST H.G., GREVE G.D., KROON A., KUIJL S., KRAAK M.H.S. & ADMIRAAL W. 2000. Sensitivity of characteristic riverine insects, the caddisfly *Cyrtus trimaculatus* and the mayfly *Ephoron virgo*, to copper and diazinon. *Environmental Pollution* 109: 177-182.
- VAN DER GEEST H.G. 2001. *Insects in polluted rivers: an experimental analysis*. Tesis Doctoral. Universidad de Amsterdam. Amsterdam.
- VANNOTE, R.L. & MINSHALL, G.W. 1982. Fluvial processes and local lithology controlling abundance, structure, and composition of mussel beds. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 79: 4103-4107.
- VELASCO J.C., ARAUJO R., BUENO R. & LAGUNA A. 2002. Descubierta la población europea más meridional conocida de la madreperla de río *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia, Unionoida), en la península Ibérica (Río Águeda, Salamanca). *Sociedad Española de Malacología Iberus* 20: 99-108.
- VELASCO J.C., LIZANA M., ROMÁN J., DELIBES M. & FERNÁNDEZ. 2005. Fauna vertebrada de Castilla y León. Volumen 2: Peces, Anfibios, Reptiles y Mamíferos. Medina del Campo: Náyade editorial.
- VELASCO-VILLANUEVA T., CAMPOS F., NORLING U. & FERRERAS-ROMERO M. 2018. The life cycles of *Boyeria irene* and *Onychogomphus uncatus* (Odonata: Aeshnidae, Gomphidae) in western Spain: a biometric study. *European Journal of Entomology* (en prensa).
- VERDÚ J.R. & GALANTE E. (Eds.). 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- VILA-FARRÉ M., MATEOS E., SLUYS R. & ROMERO R. 2008. Terrestrial planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) from the Iberian Peninsula: new records and description of three new species. *Zootaxa* 1739: 1-20.
- VILA-FARRÉ M., SLUYS R., D'ANIELLO S., CEBRIA F., FERRER X. & ROMERO R. 2010. Marine planarians (Platyhelminthes: Tricladida: Maricola) from the western Mediterranean Sea and the Cantabrian coast: new records, one new genus, and immunocytochemistry of the nervous system. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90: 409-422.
- VILLEGAS F.J. 2007. Odonatos del río Borosa (Jaén, sur de España) (Odonata). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 41: 468-470.

- WALLING D.E. & WEBB B.W. 1992. Water quality. I. Physical characteristics. En: P. Callow & G.E. Petts (Eds.) *The river handbook (volumen I)* (pp. 48-72). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- WARD J.V. 1992. *Aquatic insect ecology, Part 1. Ecology and habitat*. New York: John Wiley & Sons.
- WENGER O.P. 1955. Ist *Boyeria irene* Fonsc. ein Dämmerungsflieger? (Odonata, Aeschnidae). *Mittheilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 28: 279-280.
- WENGER O.P. 1963. Libellenbeobachtungen in Südfrankreich und Spanien (Odonata). *Mittheilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 35: 255-269.
- WHILES M.R., BROCK B.L., FRANZEN A.C. & DINSMORE S.C. 2000. Stream invertebrate communities, water quality, and land-use patterns in an agricultural drainage basin of northeastern Nebraska, USA. *Environmental Management* 26: 563-576.
- WHITING M.F. 2002. Phylogeny of the holometabolous insect orders: molecular evidence. *Geography* 27: 378-422.
- WIGGINS G.B. 2004. *Caddisflies: the underwater architects*. Toronto: University of Toronto Press.
- WILDERMUTH H. & MARTENS A. 2014. *Taschenlexikon der Libellen Europas*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- WOODWARD G. & HILDREW A.G. 2001. Invasion of a stream food web by a new top predator. *Journal of Animal Ecology* 70: 273-288.
- ZAMORA-MUÑOZ C. & ALBA-TERCEDOR J. 1996. Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods. *Journal North American Benthological Society* 15: 332-352.
- ZAMORA-MUÑOZ C., SÁINZ-BARIÁIN M. & BONADA N. 2015. Clase Insecta: Orden Trichoptera. *Ibero Diversidad Entomológica @accesible-SEA* 64: 1-21.
- ZEDKOVÁ B., RÁDKOVÁ V., BOJKOVÁ J., SOLDÁN T. & ZAHRÁDKOVÁ S. 2015. Mayflies (Ephemeroptera) as indicators of environmental changes in the past five decades: A case study from the Morava and Odra river basins (Czech Republic). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 25: 483-499.
- ZULLINI A. 1976. Nematodes as indicators of river pollution. *Nematologia mediterranea* 4: 13-22.

Anexos

Anexo

Tabla 2. Listado de los grupos de macroinvertebrados bentónicos establecidos para el cálculo del índice IBMWP según su grado de tolerancia a la contaminación, donde los taxones con mayor puntuación son más sensibles a la contaminación del agua y los de menor puntuación tienen un grado de tolerancia mayor a la contaminación.

ARÁCNIDOS	Punt.	Thaumaleidae	2	Viviparidae	6
Acariformes	4	Tipulidae	5	ODONATOS	Punt.
COLEÓPTEROS	Punt.	EFEMERÓPTEROS	Punt.	Aeshnidae	8
Chrysomelidae	4	Baetidae	4	Calopterygidae	8
Curculionidae	4	Caenidae	4	Coenagrionidae	6
Dryopidae	5	Ephemerellidae	7	Cordulegastridae	8
Dytiscidae	3	Ephemeridae	10	Corduliidae	8
Elmidae	5	Heptageniidae	10	Gomphidae	8
Gyrinidae	3	Leptophlebiidae	10	Lestidae	8
Haliplidae	4	Oligoneuriidae	5	Libellulidae	8
Helophoridae	5	Polymitarcidae	5	Platynemidae	6
Hydraenidae	5	Potamanthidae	10	OLIGOQUETOS	Punt.
Hydrochidae	5	Prosopistomatidae	7	Todos	1
Hydrophilidae	3	Siphonuridae	10	PLECÓPTEROS	Punt.
Hygrobiidae	3	HETERÓPTEROS	Punt.	Capniidae	10
Noteridae	3	Aphelocheiridae	10	Chloroperlidae	10
Psephenidae	3	Corixidae	3	Leuctridae	10
Scirtidae	3	Gerridae	3	Nemouridae	7
CRUSTÁCEOS	Punt.	Hydrometridae	3	Perlidae	10
Asellidae	3	Mesoveliidae	3	Perlodidae	10
Astacidae	8	Naucoridae	3	Taeniopterygidae	10
Atyidae	6	Nepidae	3	TRICÓPTEROS	Punt.
Corophiidae	6	Notonectidae	3	Beraeidae	10
Gammaridae	6	Pleidae	3	Brachycentridae	10
Ostracoda	3	Veliidae	3	Calamoceratidae	10
Palaemonidae	6	HIRUDÍNEOS	Punt.	Ecnomidae	7
DÍPTEROS	Punt.	Erpobdellidae	3	Glossosomatidae	8
Anthomyiidae	4	Glossiphoniidae	3	Goeridae	10
Athericidae	10	Hirudidae	3	Hydropsychidae	5
Blephariceridae	10	Piscicolidae	4	Hydroptilidae	6
Ceratopogonidae	4	NEURÓPTEROS	Punt.	Lepidostomatidae	10
Chironomidae	2	Sialidae	4	Leptoceridae	10
Culicidae	2	LEPIDÓPTEROS	Punt.	Limnephilidae	7
Dixidae	4	Crambidae	4	Molannidae	10
Dolichopodidae	4	MOLUSCOS	Punt.	Odontoceridae	10
Empididae	4	Ancylidae	6	Philopotamidae	8
Ephydriidae	2	Bithyniidae	3	Phryganeidae	10
Limoniidae	4	Ferriissia	6	Polycentropodidae	7
Psychodidae	4	Hydrobiidae	3	Psychomyiidae	8
Ptychopteridae	4	Lymnaeidae	3	Rhyacophilidae	7
Rhagionidae	4	Neritidae	6	Sericostomatidae	10
Scatophagidae	4	Physidae	3	Uenoidae	10
Sciomyzidae	4	Planorbidae	3	TURBELARIOS	Punt.
Simuliidae	5	Sphaeriidae	3	Dendrocoelidae	5
Stratiomyidae	4	Thiaridae	6	Dugesidae	5
Syrphidae	1	Unionidae	6	Planariidae	5
Tabanidae	4	Valvatidae	3		

Tabla 8. Información mensual de: la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), el valor del índice IBWMP, el número de ejemplares por familia (N), y el total de ejemplares del río Agadón desde marzo de 2012 a febrero de 2013.

[illegible]

Palaemonidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthomyiidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Athericidae	10	10	5	10	3	-	-	-	-	10	2	10	8	10	31	10	17	10	9	10	7	10	9	10	7
Blephariceridae	10	-	-	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceratopogonidae	4	4	10	4	11	4	15	4	10	4	25	4	42	4	10	4	12	4	5	4	10	4	10	4	4
Chironomidae	2	2	1236	2	2791	2	194	2	514	2	964	2	1015	2	518	2	225	2	1145	2	1353	2	1345	2	1857
Culicidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dixidae	4	-	-	4	2	-	-	-	-	4	4	4	1	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empididae	4	4	14	4	34	4	5	-	-	4	2	4	2	-	-	4	4	4	15	4	7	4	4	4	33
Ephydriidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limoniidae	4	4	11	4	2	4	26	4	1	-	-	4	1	4	5	4	1	-	-	4	1	-	-	-	-
Psychodidae	4	4	2	4	63	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	4	1	4	2	4	1	4	1	4	2
Ptychopteridae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhagionidae	4	4	1	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scatophagidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciomyzidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
Simuliidae	5	5	1340	5	33	5	92	5	2	5	53	5	10	5	10	5	5	5	152	5	128	5	600	5	318
Stratiomyidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syrphidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabanidae	4	4	5	4	2	4	3	4	1	4	2	-	-	4	2	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Thaumaleidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipulidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12	5	1	-	-	5	4	5	2
Baetidae	4	4	166	4	93	4	64	4	173	4	130	4	57	4	57	4	10	4	89	4	56	4	207	4	285
Caenidae	4	4	29	4	100	4	14	4	10	4	1	-	-	-	-	4	1	4	36	4	130	4	35	4	68
Ephemerellidae	7	7	7	7	19	7	4	-	-	7	1	-	-	-	-	7	6	7	10	7	20	-	-	7	6
Ephemeridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptageniidae	10	10	236	10	148	10	20	10	30	10	58	10	10	10	55	10	67	10	81	10	45	10	35	10	281

[illegible]

Physidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Planorbidae	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	
Sphaeriidae	3	3	11	-	-	3	11	3	4	3	1	-	-	-	-	3	6	-	-	3	46	3	5	3	3
Thiaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Unionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Valvatidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Viviparidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aeshnidae	8	8	1	8	1	8	1	8	10	8	7	8	4	-	-	8	6	8	6	-	-	-	-	8	1
Calopterygidae	8	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-
Coenagrionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-
Cordulegastridae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corduliidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphidae	8	8	21	8	12	8	31	8	23	8	16	8	56	8	54	8	42	8	12	8	18	8	27	8	24
Lestidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Libellulidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platycnemididae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligoquetos	1	1	56	1	377	1	30	1	71	1	99	1	43	1	32	1	144	1	436	1	661	1	371	1	288
Capniidae	10	10	116	10	5	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	10	37	10	681	10	313	10	31	10	1
Chloroperlidae	10	10	12	10	25	10	11	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	10	4	10	2	10	13	10	47
Leuctridae	10	10	11	10	3	10	18	10	249	10	113	10	205	10	61	10	15	10	39	10	2	10	4	10	27
Nemouridae	7	7	30	7	21	-	-	-	-	-	-	7	1	7	2	7	6	7	36	7	4	7	10	7	12
Perlidae	10	-	-	10	4	10	1	-	-	10	1	10	1	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perlodidae	10	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	10	1	-	-	10	1
Taeniopterygidae	10	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-	-	10	1	10	2
Beraeidae	10	-	-	10	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachycentridae	10	10	10	10	14	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1			10	4	-	-	-	-	10	1
Calamoceratidae	10	10	1	10	2	-	-	-	-	-	-	10	7	10	3	10	8	10	2	10	2	-	-	-	-
Ecnomidae	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossosomatidae	8	8	8	8	5	-	-	8	1	8	4	8	2	8	1	8	37	8	30	8	12	8	2	8	5
Goeridae	10	10	9	-	-	-	-	10	1	10	5	-	-	-	-	10	12	10	12	10	1	10	1	10	2
Hydropsychidae	5	5	20	5	29	5	3	5	1	5	12	5	10	5	3	5	1	5	10	5	6	5	6	5	15
Hydroptilidae	6	6	7	6	3	-	-	6	21	6	2	6	9	6	6	6	10	6	3	6	2	6	2	6	7
Lepidostomatidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptoceridae	10	10	13	10	63	10	38	10	15	10	37	10	12	10	41	10	42	10	6	10	12	10	5	10	8
Limnephilidae	7	-	-	7	9	7	12	-	-	7	2	-	-	-	-	7	76	7	11	7	24	7	15	7	36
Molannidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odontoceridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Philopotamidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phryganeidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycentropodidae	7	7	5	7	3	7	6	7	10	7	5	7	12	7	2	7	6	7	6	7	11	7	8	7	18
Psychomyiidae	8	8	3	8	25	-	-	8	1	8	10	8	30	8	7	8	4	-	-	8	2	-	-	-	-
Rhyacophilidae	7	7	10	7	5	-	-	7	2	7	5	-	-	7	1	7	1	7	7	7	3	7	8	7	9
Sericostomatidae	10	10	17	-	-	10	1	-	-	10	3	-	-	10	13	10	21	10	21	10	20	10	17	10	21
Uenoidae (=Thremmatidae)	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dendrocoelidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dugesiidae	5	5	2	5	2	-	-	-	-	-	-	5	2	5	7	5	16	-	-	5	1	-	-	-	-
Planariidae	5	-	-	-	-	-	-	-	1	5	2	5	1	5	5	5	1	-	-	5	1	-	-	-	-
Valor mensual IBMWP		317	310		186		186		244		221		228		282		276		271		220		252		
Número de ejemplares totales		3949		4313		823		2348		1891		2080		1106		1126		3097		3094		3009		3667	

Tabla 9. Información mensual de: la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), el valor del índice IBWMP, el número de ejemplares por familia (N), y número total de ejemplares del río Agadón desde marzo de 2013 a febrero de 2014.

	Puntuación IBMWP	Maz-13		Abr_13		May_13		Jun_13		Jul_13		Ago_13		Sep_13		Oct_13		Nov_13		Dic_13		Ene_14		Feb_14	
		(31/03/2013)		(27/04/2013)		(26/05/2013)		(26/06/2013)		(28/07/2013)		(30/08/2013)		(30/09/2013)		(27/10/2013)		(30/11/2013)		(29/12/2013)		(31/01/2014)		(28/02/2014)	
		Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N
Acariformes	4	4	9	4	16	4	54	4	52	4	68	4	554	4	79	4	20	4	42	4	3	4	1	4	1
Chrysomelidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curculionidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryopidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dytiscidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elmidae	5	5	2	5	9	5	39	5	57	5	29	5	94	5	114	5	9	5	26	5	22	5	31	5	9
Gyrinidae	3	3	2	-	-	3	1	-	-	3	1	3	7	3	6	-	-	3	9	-	-	3	2	3	1
Haliplidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helophoridae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydraenidae	5	5	1	5	2	5	6	5	14	5	8	5	79	5	2	5	15	5	28	5	3	5	6	5	8
Hydrochidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrophilidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Hygrobiidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noteridae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psephenidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scirtidae (=Helodidae)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asellidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astacidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atyidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Palaemonidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthomyiidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Athericidae	10	10	2	10	1	-	-	10	1	10	84	10	203	10	55	10	6	10	4	10	12	10	11	10	4
Blephariceridae	10	10	1	10	10	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceratopogonidae	4	4	1	4	1	4	2	4	44	4	22	4	60	4	8	4	2	4	2	4	8	4	8	4	1
Chironomidae	2	2	283	2	376	2	1418	2	821	2	328	2	3131	2	918	2	86	2	342	2	107	2	490	2	159
Culicidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dixidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empididae	4	4	10	4	27	4	23	4	1	4	4	4	461	4	16	4	5	4	16	4	16	4	67	4	26
Ephydriidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limoniidae	4	4	1	4	1	4	3	-	-	4	2	4	5	4	7	4	6	4	11	4	9	4	10	4	2
Psychodidae	4	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-
Ptychopteridae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhagionidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	4	3	4	1	-	-	4	1	-	-
Scatophagidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciomyzidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simuliidae	5	5	96	5	29	5	132	5	16	5	11	5	223	5	112	5	46	5	57	5	30	5	646	5	353
Stratiomyidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syrphidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabanidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	4	3	-	-	4	3	4	2	-	-	-	-
Thaumaleidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipulidae	5	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	5	5	-	-	5	9	5	3	5	3
Baetidae	4	4	142	4	396	4	506	4	404	4	173	4	114	4	68	4	16	4	71	4	9	4	79	4	181
Caenidae	4	4	9	4	5	4	12	4	1	-	-	-	-	4	1	4	98	4	69	4	108	4	122	4	112
Ephemerellidae	7	-	-	7	1	7	4	7	4	-	-	-	-	7	2	-	-	7	6	7	2	7	1	7	1
Ephemeridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptageniidae	10	10	21	10	43	10	99	10	95	10	309	10	153	10	90	10	9	10	66	10	17	10	46	10	22

[illegible]

Physidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Planorbidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	1	-	-	
Sphaeriidae	3	3	3	-	-	-	-	-	-	3	1	3	3	3	8	3	9	3	1	3	2	3	4	3	2
Thiaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Unionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Valvatidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Viviparidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aeshnidae	8	8	2	8	2	8	3	8	2	-	-	8	1	-	-	8	1	8	1	8	2	8	3	8	3
Calopterygidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coenagrionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	
Cordulegastridae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Corduliidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gomphidae	8	8	5	8	20	8	24	8	11	8	94	8	150	8	152	8	13	8	11	8	23	8	14	8	25
Lestidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Libellulidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Platycnemididae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Oligoquetos	1	1	37	1	9	1	59	1	68	1	20	1	229	1	184	1	72	1	28	1	87	1	191	1	106
Capniidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3	10	56	10	392	10	345	10	72	10	11
Chloroperlidae	10	10	18	10	39	10	54	10	16	10	1	-	-	10	1	-	-	10	12	10	1	10	5	10	12
Leuctridae	10	10	12	10	55	10	470	10	529	10	285	10	126	10	285	10	77	10	44	10	24	10	3	10	6
Nemouridae	7	7	1	7	1	-	-	-	-	-	-	7	16	7	3	7	6	7	30	7	17	7	26	7	12
Perlidae	10	10	1	-	-	-	-	-	-	10	5	10	3	10	1	10	1	10	3	10	1	10	2	10	1
Perlodidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-	-	10	1	10	1
Taeniopterygidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	10	2	10	1	10	1	-	-
Beraeidae	10	-	-	10	1	-	-	-	-	10	1	10	2	10	17	10	1	-	-	-	-	10	1	-	-
Brachycentridae	10	10	10	10	13	-	-	-	-	10	1	-	-	10	4	-	-	10	2	-	-	-	-	10	1
Calamoceratidae	10	10	1	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10	13	10	4	-	-	10	1	-	-	-	-
Ecnomidae	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossosomatidae	8	8	8	8	5	-	-	-	-	8	17	8	23	8	1	8	7	8	7	8	1	8	8	8	4
Goeridae	10	10	9	-	-	10	15	10	33	10	13	10	55	10	103	10	15	10	17	10	3	10	16	-	-
Hydropsychidae	5	5	20	5	29	5	1	5	32	5	12	5	198	5	27	5	4	5	33	5	1	5	6	5	7
Hydroptilidae	6	6	7	6	3	6	24	-	-	6	35	6	24	6	30	6	3	6	1	6	1	6	5	-	-
Lepidostomatidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Leptoceridae	10	10	13	10	63	10	97	10	34	10	12	10	10	10	119	10	24	10	1	10	7	10	3	10	2
Limnephilidae	7	7	37	7	9	7	49	7	20	7	21	-	-	7	3	7	126	7	13	7	107	7	20	7	9
Molannidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Odontoceridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Philopotamidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Phryganeidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Polycentropodidae	7	7	5	7	3	7	42	7	58	7	29	7	4	7	2	7	1	-	-	7	1	7	6	7	7
Psychomyiidae	8	8	3	8	25	8	16	8	43	8	7	-	-	8	1	8	1	-	-	8	3	-	-	-	-
Rhyacophilidae	7	7	10	7	5	7	4	7	3	7	3	7	3	7	1	-	-	7	23	7	4	7	9	7	3
Sericostomatidae	10	10	17	-	-	-	-	-	-	10	10	10	24	10	13	10	12	-	-	10	6	10	2	-	-
Uenoidae (=Thremmatidae)	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dendrocoelidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dugesiidae	5	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	5	2	-	-	5	1	-	-	-	-	-	
Planariidae	5	-	-	5	1	-	-	-	-	5	2	-	-	5	4	-	-	5	1	5	1	-	-	-	
Valor mensual IBMWP		253	234		204		196		255		245		305		249		261		290		263		226		
Número de ejemplares totales		879		1236		3518		3772		2321		6167		2885		800		1449		1034		2044		1173	

Tabla 10. Información mensual de la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), valor del índice IBMWP, número de ejemplares por familia (N), y total de ejemplares del río Frío desde marzo de 2012 a febrero de 2013.

	Puntuación IBMWP	Maz-12		Abr_12		May_12		Jun_12		Jul_12		Ago_12		Sep_12		Oct_12		Nov_12		Dic_12		Ene_13		Feb_13	
		(10/03/2012)		(10/04/2012)		(08/05/2012)		(19/06/2012)		(10/07/2012)		(07/08/2012)		(30/09/2012)		(31/10/2012)		(28/11/2012)		(18/12/2012)		(31/01/2013)		(28/02/2013)	
		Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N
Acariformes	4	4	82	4	23	4	18	4	73	4	8	4	74	4	1	4	54	4	12	4	3	4	13	4	17
Chrysomelidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	4	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curculionidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryopidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dytiscidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	1	-	-	3	1	-	-	-	-
Elmidae	5	5	75	5	25	5	20	5	185	5	23	5	91	5	85	5	241	5	71	5	15	5	32	5	11
Gyrinidae	3	3	4	3	3	3	4	3	1	-	-	3	4	3	4	3	8	3	2	-	-	3	2	3	3
Haliplidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helophoridae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydraenidae	5	5	11	5	5	5	4	5	134	5	33	5	11	-	-	5	64	5	4	5	22	5	12	5	7
Hydrochidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrophilidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hygrobiidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noteridae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psephenidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scirtidae (=Helodidae)	3	3	1	-	-	3	1	3	28	3	10	3	2	-	-	3	13	-	-	3	1	-	-	-	-
Asellidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astacidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atyidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	3	3	1	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	3	6	3	4	3	1	-	-	3	6	-	-

Palaemonidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthomyiidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Athericidae	10	10	6	10	2	10	1	10	1	10	5	10	5	10	2	10	3	-	-	10	2	-	-	-	-
Blephariceridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceratopogonidae	4	4	4	4	33	4	8	4	20	4	32	4	25	4	11	4	30	4	103	4	4	4	10	4	4
Chironomidae	2	2	513	2	306	2	458	2	1491	2	370	2	655	2	871	2	573	2	269	2	131	2	168	2	240
Culicidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dixidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empididae	4	4	64	-	-	4	4	4	6	-	-	4	1	4	22	4	70	4	6	4	3	4	7	4	11
Ephydriidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limoniidae	4	4	2	4	2	4	7	4	9	4	1	4	5	-	-	4	9	4	5	4	1	4	1	-	-
Psychodidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	4	1	4	1	-	-	-	-	4	1
Ptychopteridae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhagionidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scatophagidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciomyzidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simuliidae	5	5	128	-	-	5	2	5	168	5	2	5	3	-	-	5	160	5	51	5	78	5	26	5	65
Stratiomyidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syrphidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabanidae	4	4	1	4	3	4	3	4	5	2	2	4	3	-	-	4	2	4	1	-	-	4	1	4	1
Thaumaleidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipulidae	5	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	5	3	-	-
Baetidae	4	4	89	4	67	4	21	4	242	4	110	4	74	4	13	4	11	4	2	4	1	4	30	4	53
Caenidae	4	4	20	4	249	4	228	4	30	4	1	4	7	4	142	4	23	4	107	4	6	4	7	4	9
Ephemerellidae	7	7	23	7	21	7	4	10	13	7	3	7	1	10	4	7	2	7	2	-	-	-	-	10	9
Ephemeridae	10	10	1	-	-	10	2	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-	-
Heptageniidae	10	10	102	10	152	10	155	10	145	10	58	10	42	10	12	10	54	10	25	10	34	10	37	10	64

[illegible]

Physidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Planorbidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sphaeriidae	3	3	1	3	1	3	5	3	2	3	1	3	1	3	1	3	20	3	36	3	14	3	3	3	1
Thiaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Unionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Valvatidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Viviparidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aeshnidae	8	-	-	-	-	8	1	8	3	8	2	8	10	8	3	8	6	8	2	-	-	-	-	-	
Calopterygidae	8	-	-	8	1	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8	12	-	-	-	-	-	-	-	
Coenagrionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11	-	-	6	1	6	3	-	-	-	-	-	
Cordulegastridae	8	-	-	-	-	8	1	8	2	-	-	8	1	8	1	-	-	-	-	8	1	8	1	-	
Corduliidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gomphidae	8	8	10	8	11	8	16	8	15	8	13	8	13	8	29	8	24	8	9	8	10	8	30	8	7
Lestidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Libellulidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Platycnemididae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Oligoquetos	1	1	26	1	143	1	92	1	73	1	8	1	85	1	138	1	445	1	412	1	128	1	24	1	23
Capniidae	10	10	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5	10	81	10	88	10	21	10	26	10	9
Chloroperlidae	10	10	31	10	11	10	16	10	6	10	1	-	-	-	-	10	9	-	-	10	12	10	58	10	61
Leuctridae	10	10	2	10	68	10	51	10	385	10	176	10	402	10	178	10	103	10	42	10	7				
Nemouridae	7	7	28	7	1	-	-	7	2	7	1	-	-	7	1	7	17	7	9	7	4	7	12	7	20
Perlidae	10	10	1	-	-	10	1	10	35	10	8	-	-	10	1	10	1	-	-	-	-	10	3		
Perlodidae	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	10	5
Taeniopterygidae	10	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	-	1	10	1	10	2
Beraeidae	10	10	1	-	-	10	1	10	23	10	4	10	2	-	-	10	8	10	1	10	6	-	-	10	3
Brachycentridae	10	10	19	-	-	-	-	10	1	-	-	-	-	10	1	10	4	-	-	10	2	-	-	10	3
Calamoceratidae	10	-	-	10	7	10	1	-	-	-	-	-	3	10	7	10	1	10	5	-	-	10	1	-	-
Ecnomidae	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossosomatidae	8	8	5	8	12	8	3	8	16	8	21	8	19	8	1	8	33	8	3	8	14	8	62	8	13
Goeridae	10	10	8	-	-	-	-	10	76	10	35	10	13	10	4	10	156	10	15	10	17	10	15	10	13
Hydropsychidae	5	5	24	5	2	5	1	6	53	5	7	5	10	5	1	5	9	5	5	5	1	5	3	5	5
Hydroptilidae	6	6	34	6	6	6	20	6	41	6	5	6	1	-	-	6	35	6	12	6	11	6	12	6	12
Lepidostomatidae	10	10	6	10	1	10	1	10	6	10	2	-	-	-	-	10	6	-	-	10	4	10	4	-	2
Leptoceridae	10	10	26	10	46	10	16	10	45	10	4	10	7	10	65	10	112	10	45	10	1	10	22	10	14
Limnephilidae	7	7	1	7	18	7	3	7	2	7	3	-	-	7	3	7	53	7	26	-	-	7	17	7	14
Molannidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odontoceridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Philopotamidae	8	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4	-	-	-	-	8	2	8	6
Phryganeidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycentropodidae	7	7	3	7	11	7	17	7	7	7	17	7	4	7	4	7	1	7	1	7	3	7	4	7	1
Psychomyiidae	8	-	-	-	-	-	2	8	6	8	3	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-
Rhyacophilidae	7	7	3	-	-	-	-	7	5	-	-	-	-	-	-	7	12	-	-	7	1	7	1	7	6
Sericostomatidae	10	10	1	10	10	10	20	-	-	-	-	-	-	10	3	10	15	10	9	10	4	10	8	10	2
Uenoidae (=Thremmatidae)	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dendrocoelidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DugesIIDae	5	5	5	-	-	-	-	5	27	5	17	5	67	5	16	5	45	-	-	5	8	5	5	5	2
Planariidae	5	5	1	5	4	5	4	5	7	-	-	5	8	-	-	5	10	-	-	5	3	-	-	5	1
Valor mensual IBMWP		319		218		262		304		236		240		259		327		238		247		294		255	
Número de ejemplares totales			1521		1414		1361		4103		2409		2348		1748		3022		1467		718		775		826

Tabla 11. Información mensual de: la puntuación de cada familia recolectada según el índice IBMWP (Pto), el valor del índice IBWMP, el número de ejemplares por familia (N), y número total de ejemplares del río Frío desde marzo de 2013 a febrero de 2014.

	Puntuación IBMWP	Maz-13		Abr_13		May_13		Jun_13		Jul_13		Ago_13		Sep_13		Oct_13		Nov_13		Dic_13		Ene_14		Feb_14	
		(31/03/2013)		(27/04/2013)		(26/05/2013)		(26/06/2013)		(28/07/2013)		(30/08/2013)		(30/09/2013)		(27/10/2013)		(30/11/2013)		(29/12/2013)		(31/01/2014)		(28/02/2014)	
		Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N	Pto	N
Acariformes	4	4	8	4	24	4	43	4	75	4	153	4	445	4	85	4	40	4	2	4	20	-	-	4	1
Chrysomelidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curculionidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryopidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dytiscidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elmidae	5	5	12	5	105	5	39	5	83	5	124	5	202	5	115	5	163	5	18	5	51	5	70	5	14
Gyrinidae	3	3	1	3	3	3	3	-	-	3	4	3	38	3	3	3	3	-	-	-	-	3	4	3	3
Haliplidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helophoridae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydraenidae	5	5	6	5	21	5	15	5	2	5	47	5	38	5	26	5	28	5	8	5	6	5	11	5	5
Hydrochidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrophilidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hygrobiidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noteridae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psephenidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scirtidae (=Helodidae)	3	3	2	3	60	3	10	3	2	3	3	-	-	3	14	3	28	3	9	3	3	3	7	3	2
Asellidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astacidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atyidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corophiidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	3	-	-	-	-	3	6	3	3	3	1	3	2	3	2	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-

Palaemonidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthomyiidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Athericidae	10	-	-	10	2	-	-	10	2	10	3	10	3	10	7	-	-	-	-	10	5	10	1	10	2
Blephariceridae	10	-	-	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceratopogonidae	4	4	3	4	5	4	5	4	18	4	35	4	34	4	19	4	26	4	5	4	29	4	20	4	84
Chironomidae	2	2	278	2	399	2	682	2	2280	2	593	2	1346	2	307	2	64	2	118	2	148	2	263	2	349
Culicidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dixidae	4	-	-	-	-	4	4	4	1	4	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empididae	4	4	3	4	23	4	9	4	2	4	15	4	123	4	35	4	5	4	3	4	32	4	16	4	26
Ephydriidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limoniidae	4	4	2	4	6	4	4	4	3	4	8	4	7	4	10	4	8	4	4	4	1	4	8	4	6
Psychodidae	4	-	-	-	-	-	-	4	8	-	-	4	1	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-
Ptychopteridae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhagionidae	4	4	1	4	1	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Scatophagidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciomyzidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simuliidae	5	5	14	5	73	5	716	5	2	5	40	5	9	5	1	5	27	5	81	5	72	5	141	5	37
Stratiomyidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syrphidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabanidae	4	-	-	4	7	4	2	4	2	4	2	4	10	4	5	4	16	-	-	4	5	-	-	4	3
Thaumaleidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipulidae	5	-	-	4	1	5	1	-	-	-	-	-	-	5	1	5	1	-	-	5	2	5	2	5	2
Baetidae	4	4	119	4	79	4	536	4	127	4	260	4	8	4	5	-	-	4	10	4	7	4	47	4	48
Caenidae	4	4	15	4	3	4	4	4	3	4	3	4	5	4	101	4	21	4	11	4	114	4	61	4	78
Ephemerellidae	7	7	18	7	64	7	75	7	11	7	4	7	4	7	4	7	1	-	-	-	-	7	8	7	12
Ephemeridae	10	-	-	10	3	-	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	10	6	-	-	10	3
Heptageniidae	10	10	75	10	116	10	79	10	61	10	134	10	471	10	152	10	58	10	55	10	89	10	-	-	40

Physidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Planorbidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sphaeriidae	3	3	2	-	-	3	3	3	4	3	3	-	-	-	3	2	3	1	3	4	3	2	3	13	
Thiaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Unionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Valvatidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Viviparidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aeshnidae	8	8	1	-	-	8	4	-	-	8	4	8	5	8	4	-	-	-	-	8	2	8	5	-	-
Calopterygidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5	8	48	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coenagrionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	6	12			-	-	-	-	6	1	-	-	-	-
Cordulegastridae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	8	4	8	2	8	3
Corduliidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphidae	8	8	4	8	10	8	33	8	10	8	10	8	25	8	65	8	13	8	9	8	49	8	30	8	49
Lestidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Libellulidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platycnemididae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligoquetos	1	1	27	1	69	1	73	1	60	1	31	1	194	1	303	1	132	1	38	1	51	1	98	1	195
Capniidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	50	10	429	10	106	10	45	10	5
Chloroperlidae	10	10	26	10	45	10	31	10	5	-	-	-	-	10	16	10	1	10	28	10	11	10	45	10	15
Leuctridae	10	10	54	10	88	10	350	10	852	10	946	10	701	10	390	10	126	10	64	10	3	10	1		
Nemouridae	7	7	4	7	41	7	1	-	-	7	1	7	1	7	4	-	-	7	2	7	7	7	10	7	10
Perlidae	10	-	-	10	8	10	5	-	-	10	4	-	-	10	1	10	7	-	-	10	2	10	5	-	-
Perlodidae	10	-	-	-	-	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	7	10	5	-	-	10	1
Taeniopterygidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	10	6	10	7	10	2
Beraeidae	10	10	4	10	34	10	7	10	2	10	6	10	6	10	12	10	30	10	1	10	5	10	8	10	3
Brachycentridae	10	-	-	10	3	10	1	-	-	10	1	10	4	10	4	10	1	10	1	-	-	10	4	10	2
Calamoceratidae	10	-	-	10	1	-	-	-	-	10	5	10	5	-	1	-	-	-	-	10	7	-	-	10	2
Ecnomidae	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Glossosomatidae	8	8	15	8	8	8	2	8	21	8	18	8	3	8	7	8	16	8	6	8	34	8	17	8	23
Goeridae	10	10	21	10	1	10	-	10	80	10	96	10	11	10	54	10	119	10	3	10	28	10	11	10	12
Hydropsychidae	5	-	2	5	4	5	-	5	-	5	18	5	5	5	3	5	9	5	5	5	9	5	8	5	3
Hydroptilidae	6	6	22	6	13	6	9	6	7	6	6	6	5	6	30	6	20	6	18	6	19	6	27	6	5
Lepidostomatidae	10	10	2	10	3	10	7	10	6	-	-	-	-	10	7	10	5	10	2	10	7	10	8	10	6
Leptoceridae	10	10	8	10	15	10	18	10	7	10	11	10	46	10	35	10	13	10	1	10	24	10	10	10	70
Limnephilidae	7	7	21	7	11	7	16	7	7	7	1	-	-	10	1	7	17	7	16	7	18	7	65	7	49
Molannidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odontoceridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Philopotamidae	8	8	3	8	15	8	9	-	-	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2	-	-
Phryganeidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycentropodidae	7	7	7	7	2	7	5	7	13	7	10	7	2	7	13	-	-	-	-	-	-	7	4	7	3
Psychomyiidae	8	-	-	8	1	-	-	8	3	8	6	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhyacophilidae	7	-	1	7	1	7	2	-	-	7	2	7	1	8	1	-	-	7	2		6	7	1	7	2
Sericostomatidae	10	10	1	-	-	-	-	-	-	10	23	10	14	10	18	10	3	10	1	10	9	10	2	10	6
Uenoidae (=Thremmatidae)	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dendrocoelidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dugesiidae	5	-	-	5	3	5	1	5	16	5	80	5	20	5	46	5	9	5	-	5	-	5	-	5	2
Planariidae	5	5	3	5	1	5	6	5	3	5	32	5	8	5	15	5	9	-	-	5	-	5	-	5	1
Valor mensual IBMWP		222		294		271		243		329		286		317		253		240		304		297		303	
Número de ejemplares totales			930		1534		3103		5661		4193		4977		2329		1157		1080		1154		1276		1338

Tabla 17. Datos sobre la puntuación de las familias recolectadas, valor del índice IBWMP, número de ejemplares por familia, y número total de ejemplares recolectados en otoño de 2012 y primavera de 2013 en las localidades 3: río Águeda; 4: río Payo; 5: río Perosín; 6: río Rubioso; y, 7: río Vegas.

[illegible]

Gammaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palaemonidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthomyiidae	4	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Athericidae	10	10	2	10	2	-	-	10	2	10	205	-	-	10	2	-	-	-	-	10	13
Blephariceridae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceratopogonidae	4	4	211	4	73	-	-	4	7	4	4	4	22	4	2	4	11	4	3	4	16
Chironomidae	2	2	2015	2	1690	2	468	2	752	2	162	2	445	2	257	2	184	2	365	2	504
Culicidae	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dixidae	4	-	-	-	-	-	-	4	5	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empididae	4	4	1	4	1	-	-	4	19	4	30	4	4	4	23	4	1	4	4	4	8
Ephydriidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limoniidae	4	4	1	4	1	-	-	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	4	13
Psychodidae	4	4	1	4	2	-	-	4	22	4	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Ptychopteridae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhagionidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	4	3
Scatophagidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciomyzidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simuliidae	5	5	2	5	31	-	-	5	15	5	4	5	71	5	23	5	7	5	28	5	198
Stratiomyidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syrphidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabanidae	4	-	-	4	5	4	1	4	1	-	-	4	1	-	-	-	-	4	1	-	-
Thaumaleidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipulidae	5	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
Baetidae	4	4	37	4	39	4	1	4	30	4	1	4	103	4	104	4	68	4	125	4	513
Caenidae	4	4	1886	10	713	4	532	-	-	4	20	4	21	4	26	4	184	-	-	4	33
Ephemerellidae	7	7	11	7	926	-	-	-	-	7	11	7	968	7	102	7	335	7	397	7	166

[illegible]

Lymnaeidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neritidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Physidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planorbidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphaeriidae	3	3	11	3	24	3	2	-	-	-	-	-	-	3	8	3	3	-	-	3	1
Thiaridae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unionidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valvatidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Viviparidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aeshnidae	8	8	1	8	1	8	1	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calopterygidae	8	8	10	8	12	-	-	8	15	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coenagrionidae	6	8	10	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	6	1	-	-	6	2	-	-
Cordulegastridae	8	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-
Corduliidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphidae	8	8	34	8	111	8	2	8	3	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lestidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Libellulidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platycnemididae	6	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	1	1	383	1	233	1	409	1	5	1	97	1	143	1	49	1	205	-	-	1	67
Capniidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chloroperlidae	10	-	-	-	-	-	-	10	4	-	-	-	-	10	18	10	1	10	259	10	20
Leuctridae	10	10	30	10	280	10	3	10	885	10	44	10	21	10	125	10	3	10	110	10	348
Nemouridae	7	-	-	7	6	-	-	7	111	7	5	7	2	7	19	7	3	7	81	-	-
Perlidae	10	-	-	10	84	-	-	-	-	-	1	10	7	-	-	-	-	-	-	10	1
Perlodidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	47	10	1	10	53	10	1	10	5
Taeniopterygidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1
Beraeidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	10	1	-	-	-	-
Brachycentridae	10	-	-	-	-	-	-	10	2	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Calamoceratidae	10	-	-	-	-	10	1	-	-	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecnomidae	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glossosomatidae	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9	8	1	8	34	-	-	8	5
Goeridae	10	10	1	10	26	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydropsychidae	5	-	-	5	179	-	-	-	-	5	2	5	5	5	1	-	-	5	1	-	-
Hydroptilidae	6	6	101	6	36	-	-	-	-	6	2	6	19	6	14	-	-	-	-	-	-
Lepidostomatidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptoceridae	10	10	83	10	167	10	112	-	-	10	2	10	30	10	143	10	53	-	-	10	16
Limnephilidae	7	-	-	-	-	7	2	-	-	7	1	7	6	7	24	7	25	7	45	7	20
Molannidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odontoceridae	10	-	-	-	-	-	-	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5	-	-
Philopotamidae	8	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-	8	13	8	4	-	-	10	1	8	1
Phryganeidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycentropodidae	7	7	6	7	1	7	1	7	7	7	3	7	1	7	13	-	-	7	13	7	12
Psychomyiidae	8	8	2	-	-	8	3	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	13
Rhyacophilidae	7	-	-	7	30	-	-	7	21	-	-	7	6	7	1	7	2	7	9	-	-
Sericostomatidae	10	10	8	10	147	10	-	-	-	-	-	10	2	-	-	10	3	-	-	-	-
Uenoidae (=Thremmatidae)	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dendrocoelidae	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DugesIIDae	5	5	19	5	12	-	-	-	-	5	17	5	7	5	3	-	-	-	-	5	3
Planariidae	5	-	-	5	2	-	-	5	228	-	-	5	2	-	-	5	1	5	15	-	-
Valor mensual IBMWP		241		265		153		208		213		236		227		195		176		215	
Número de ejemplares totales			5235		6707		1612		2953		841		2369		1582		1396		1881		2627



- Fui a los bosques porque quería vivir deliberadamente; enfrentar solo los hechos de la vida y ver si podía aprender lo que ella tenía que enseñar. Quise vivir profundamente y desechar todo aquello que no fuera vida... Para no darme cuenta, en el momento de morir, que no había vivido-

Henry David Thoreau



PROGRAMA DE DOCTORADO MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD. UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE
Estado ecológico de los ríos y ciclos larvarios de odonatos en la cuenca alta del río Águeda, oeste de España

Tatiana Amelia Velasco Villanueva

Directores

Dr. Francisco Campos Sánchez-Bordona

Dr. Manuel Ferreras Romero